REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

División de Catastro—Sección de Geodesia

TRIANGULACIÓN

DEL

TERRITORIO DE LA REPÚBLICA

TOMO I

Departamento de Durazno

MONTEVIDEO

TIP. DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTES Y OFICIOS

1910

Al Señor Director de Correos y Telégrafos
D. Francisco García Santos

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

División de Catastro—Sección de Geodesia

TRIANGULACIÓN

DEL

TERRITORIO DE LA REPÚBLICA

TOMO I

Departamento de Durazno

MONTEVIDEO

TIP. DE LA ESCUELA NACIONAL DE ARTES Y OFICIOS

1910

INTRODUCCIÓN

A fin de llenar una necesidad que se hacía sentir desde ha mucho tiempo, el Gobierno, por decreto del 2 de Enero de 1908, creó adjunta al Departamento Nacional de Ingenieros, la División de Catastro, con el cometido principal de ejecutar y conservar el catastro de la República.

La triangulación del territorio, base fundamental de esta magna obra, me fué confiada por dicho decreto, nombrándose para ejecutarla una Sección de Geodesia puesta á mis órdenes.

Formaban como operadores adjuntos de dicha sección el ingeniero señor Raúl Seuanez y el agrimensor señor Pedro Pórfido, reemplazado este último, á los pocos meses, por el agrimensor señor Antonio Sureda; como secretario actuaba el señor Alejandro Zorrilla de San Martín, que fué sustituido más tarde por el señor Enrique Nebel.

Con los dos operadores adjuntos y el suboficial Balduc, contratado en Francia y que me acompaña como ayudante, se formaron tres grupos: uno encargado de la construcción de las señales de 1.er orden y dos para la construcción y observaciones de los puntos de 2.o y 3.er orden, tomando á mi cargo los reconocimientos y observaciones del 1.er orden y las astronómicas.

Aprobado por el señor Ministro de Obras Públicas el plan general de la triangulación, que

me cupo el honor de presentarle, empezaron los trabajos en el departamento de Durazno por estar así dispuesto en el mencionado decreto.

Se dió principio á las operaciones de campo el 15 de Marzo de 1908 y continuarón sin interrupción, si se exceptúan los períodos de mal tiempo, hasta el 15 de Agosto de 1909, fecha en que la Comisión regresó á Montevideo para efectuar los cálculos y demás trabajos de gabinete, los cuales terminaron el 15 de Junio próximo pasado.

En este primer período de trabajos, han sido determinados, con la mayor precisión, 216 puntos geodésicos, todos marcados en el terreno por señales de madera muy visibles y fijados en tierra por mojones inalterables de hormigón de portland. De estos puntos son 45 de 1.er orden, constituyendo una red única y apoyada sobre dos bases que dan toda seguridad á esta triangulación.

Las coordenadas y altitudes de esos 216 vértices fueron entregadas ya á la División de Catastro y á la Comisión Geográfica Militar para que puedan apoyar sus trabajos en la red determinada.

Aprovecho esta oportunidad para hacer constar que las operaciones en el Durazno fueron siempre facilitadas por la buena voluntad de los estancieros y demás habitantes de este departamento.

PAUL GROS,
Capitán de artillería del Ejército francés

Montevideo, 25 de Noviembre de 1910.

CAPÍTULO I

Plan general de la triangulación

La triangulación del departamento de Durazno se ha efectuado según los métodos establecidos con anterioridad en el plan general formulado para las operaciones catastrales del territorio de la República y que sólo trataremos en esta memoria en su parte geodésica.

Preliminares

No habiendo lugar á duda respecto á la necesidad de una triangulación, nos encontramos con dos soluciones: el método habitual, que consiste en establecer una triangulación general de todo el país antes de dar principio á ninguna medida parcelaria ó el método de operar por regiones del territorio, que no precisa más que triangulaciones pequeñas y sucesivas. Con el primero, se corría el riesgo de hacer fracasar la obra del catastro, á consecuencia del largo plazo que se necesitaría para empezar las medidas parcelarias y por esta razón se le dió preferencia al segundo.

Triangulaciones regionales

Dada la división política y administrativa del país en departamentos, hay conveniencia en elegir estos departamentos como regiones de triangulación.

Bastará, pues, establecer en cada uno de ellos una red local destinada únicamente á evitar la acumulación de errores topográficos y asegurar el ajuste de los levantamientos parciales. El levantamiento propiamente dicho del catastro se empezará en este caso en un término muy próximo, y por consiguiente se irá haciendo casi al mismo tiempo que la triangulación.

El principal obstáculo que podía oponerse hasta ahora á la adopción de este procedimiento, era la gran cantidad de bases que hay que medir;

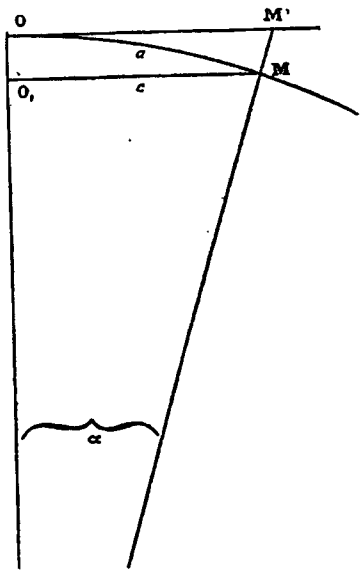
pero hoy desaparece con el empleo del alambre «invar» que permite medirlas con rapidez y precisión.

Más adelante se pensará en una triangulación general cuando se quiera utilizar los datos del catastro para establecer el mapa del país.

Entonces la ejecución de esta triangulación consistirá solamente en elegir en las triangulaciones locales los elementos convenientes y coordinarlos con respecto á la esfera terrestre.

Proyección

Dada la pequeña superficie relativa de cada departamento, cuya dimensión media no pasa de cien kilómetros, podremos tomar para cada uno de ellos la proyección sobre el plano tangente á la esfera terrestre en su centro.



La deformación mayor en los límites del departamento es igual á la diferencia entre la tangente OM' con el arco OM. Esta diferencia está en relación de la que existe entre este arco $OM = a$ y la semi-cuerda $O_1 M = c$.

Tendremos como valor de esta deformación Δ

$$\Delta = OM - O_1 M$$
$$= a - c$$

Sea α el ángulo en el centro

Tenemos $$\alpha = \frac{a}{R}$$

$$\text{Sen}\ \alpha = \frac{c}{R}$$

Es sabido que

$$\text{Sen}\ \alpha = \frac{\alpha}{1} - \frac{\alpha^3}{1.2.3} + \frac{\alpha^5}{1.2.3.4.5} -$$

Siendo pequeño el ángulo α, podremos limitarnos á los dos primeros términos del desarrollo, y tener entonces

$$\alpha - \text{Sen}\,\alpha = \frac{a^3}{6}$$

ó

$$\frac{a}{R} - \frac{c}{R} = \frac{a^3}{6\,R^3}$$

y

$$a - c = \frac{a^3}{6\,R^2}$$

Sustituyamos $a = 50000$ m.

y R (redondeado) $= 6300\ 000$ m.

tendremos como valor de la deformación en los límites del departamento

$$\Delta = \frac{50\ 000^3}{6 \times 6300\ 000^2} = 0,^{m}52$$

cantidad despreciable.

No tendrá, por consiguiente, que preocuparse de la curvatura de la tierra, y bastará ejecutar una simple red trigonométrica referida á dos ejes rectangulares y apoyada sobre dos bases.

Precisión Habrá que cuidar la precisión requerida, es decir, la de las triangulaciones de 1.er orden en las que se busca generalmente la aproximación del $\frac{1}{100\ 000}$.

Coordenadas Se adoptará por origen de las coordenadas el punto central más conveniente, y como ejes de estas coordenadas, el meridiano en este punto y la perpendicular al meridiano. A estos ejes de coordenadas se referirán todas las operaciones de triangulación y de relevamiento.

Reconocimiento Los emplazamientos de las bases y de los vértices de la triangulación serán objeto de un reconocimiento completo basándose en las consideraciones siguientes:

a) Bases. — Las bases serán medidas con el aparato de «hilo invar» que se caracteriza por dar rapidez en la medición al mismo tiempo que gran precisión, pudiendo alcanzar al $\frac{1}{500\ 000}$.

Podremos, por consiguiente, buscar las mayores larguras posibles para las bases, á fin de disminuir el número de triángulos de amplificación y aumentar así la precisión de la red.

b) VÉRTICES. — Se da generalmente á los lados de las triangulaciones de 1.er orden una longitud media de 40 kilómetros.

Pero la configuración del terreno en el Uruguay, que se aproxima, en general, á una planicie ligeramente ondulada, obligaría á construir en la mayor parte de los vértices, elevadas y costosas instalaciones para pilares y señales si se quisiera obtener lados tan largos.

Siendo la red de pequeña amplitud en el caso actual, se pueden emplear lados de 20 á 30 kilómetros que nos permitirán construcciones más económicas.

Observaciones Las observaciones de medidas de ángulos serán hechas con el teodolito de microscopios micrométricos Huetz, aparato muy robusto, en el cual se lee el segundo por estimación y que da la aproximación del $\frac{1}{100\,000}$ en las operaciones geodésicas habituales.

Siendo la atmósfera del Uruguay bastante clara y regular, se empleará el método de vuelta de horizonte con reiteraciones.

a) *1.er orden.*—La longitud que nos vemos obligados á dar á los lados de los triángulos, hará bastante numerosas las estaciones de 1.er orden, resultando como consecuencia un período de observaciones muy largo si nos sujetamos al método habitual de las 20 series. Teniendo en cuenta la pequeña longitud de las cadenas, podemos reducir el período de las observaciones, haciendo no más que 10 series, sin salirnos de la aproximación requerida del $\frac{1}{100\,000}$ como lo demostramos en seguida.

Calculemos, en efecto, el error á temerse en el extremo de la cadena.

Con la expresión «error á temerse» significamos el error máximo que podría producirse, lo mismo que con «aproximación ó precisión de

$\frac{1}{100\ 000}$» queremos decir que los puntos serán obtenidos con menos del $\frac{1}{100\ 000}$ de la distancia de ellos al origen.

Esta distancia en el caso actual tiene como valor medio 50 kilómetros, puesto que la dimensión media de los departamentos no pasa de 100 kilóm. Para ponernos en condiciones extremas consideramos una cadena de 100 kilóm. de largo.

Supongamos para simplificar, que todos los triángulos sean equiláteros y de 20 kilóm. de lado. Esta cadena encerrará entonces 10 triángulos.

El error á temerse en el extremo de la cadena está representado por la expresión siguiente, cuyo desarrollo se encuentra al fin del capítulo:

$$E = a \cdot \sqrt{n\left(p^2 + \frac{n+4}{3} \alpha^2\right)}$$

en la cual a designa el largo del lado $= 20000^m$

n — el número de triángulos $= 10$

p — la precisión del lado de partida que es la del aparato «invar», es decir, por lo menos $\frac{1}{200\ 000}$.

α — la del teodolito de microscopios micrométricos cuando se observa con 10 series. Este valor α lo deduciremos del cierre generalmente inferior á 10" en los triángulos de 2.º orden en que se observa con 10 series.

Este cierre supone, por consiguiente, un error á temerse medio en cada ángulo x dado por

$$\sqrt{3x^2} \leq 10$$

donde $$x \leq 5'' 7$$

Tomando $x = 5''$ y siendo $1'' = \frac{\pi}{2000\ 000}$

se tiene $$\alpha = \frac{5\pi}{2000\ 000}$$

Sustituyamos estos valores en la expresión de E, tendremos

$$E = 20000\sqrt{10\left(\frac{1}{200\,000^2} + \frac{14}{3}\,\frac{25\pi^2}{2000\,000^2}\right)} = 1^{m.}1$$

Habiendo considerado condiciones extremas podemos admitir que el error máximo no pasa de 1 metro para una cadena de 100 kilóm., es decir, que con 10 series tendremos todavía la precisión del $\frac{1}{100\,000}$.

b) 2.º orden.—En cuanto á las estaciones de 2.º orden serán hechas con las 10 series habituales. Serán además poco numerosas, puesto que la pequeña distancia relativa entre los puntos de 1.er orden hará que estos sean frecuentemente suficientes para determinar los puntos de 3.er orden.

c) 3.er orden.— Estos últimos se obtendrán por medio de la intersección, con ayuda por lo menos de dos triángulos, apoyados sobre un lado de 1.er ó de 2.º orden. Su número dependerá evidentemente del terreno y de las necesidades del relevamiento topográfico.

Hay que tener en cuenta también que estos puntos de 3.er orden deben servir á la determinación de los de 4.º orden, los cuales no pueden estar distantes entre sí más de 5 kilómetros. Esta condición permite deducir para los puntos de orden superior una distancia mutua máxima media de 8 kilómetros. Deberá tenerse en cuenta esta última condición al elegir los emplazamientos de los puntos de 3.er orden.

En cuanto á las observaciones de ángulos relativas á estos puntos se efectuarán con las 4 series habituales que nos darán por lo menos la precisión del $\frac{1}{50\,000}$.

Calculemos esta precisión:

Al establecer la expresión del error á temerse en el último vértice de una cadena de n triángulos se encuentra para la expresión del error cometido en el lado c de un triángulo A B C donde se conoce los ángulos y el lado a:

$$(1) \qquad E_c^2 = a^2 \alpha^2 \frac{\text{Sen}^2 A . \text{Cos}^2 C + \text{Sen}^2 C . \text{Cos}^2 A}{\text{Sen}^4 A} + a^2 p^2 \frac{\text{Sen}^2 C}{\text{Sen}^2 A}$$

Supongamos, para simplificar, que el triángulo sea considerado rectángulo isósceles, entonces la expresión (1) se transforma en:

$$E_c^2 = \frac{a^2}{2}\left(p^2 + \alpha^2\right)$$

y para la expresión de la precisión buscada, tendremos:

$$(2) \qquad P^2 = \frac{E_c^2}{c^2} = \frac{\frac{a^2}{2}\left(p^2 + \alpha^2\right)}{c^2} = p^2 + \alpha^2$$

teniendo, por ser rectángulo isósceles el triángulo

$$c^2 = \frac{a^2}{2}.$$

En el caso actual p designa la precisión del lado de partida, es decir, el $\frac{1}{100\ 000}$ precisión del 1.er ó 2.o orden, y α la precisión angular del teodolito de microscopios micrométricos cuando se observa con 4 series. Siendo igual á 5'' con 10 series, tendremos

$$\alpha \sqrt{4} = 5 \sqrt{10}$$

donde

$$\alpha = 8'' = \frac{8\pi}{2000\ 000}$$

Sustituyendo estos valores de p y de α en la fórmula (2) se tiene:

$$P^2 = \frac{1}{100\ 000^2} + \frac{64\pi^2}{2000\ 000^2} = \frac{1000}{2000\ 000^2} \text{ aprox.}$$

y $$P = \frac{\sqrt{10}}{200\ 000}$$

valor que es bien $< \frac{1}{50\ 000}$.

Tolerancia en la base

La discordancia entre las dos medidas de la base es igual á la suma de sus errores.

Sean en efecto A y B estas dos medidas y $\pm \alpha$, $\pm \beta$ sus respectivos errores.

Tendremos evidentemente:

$$A \mp \alpha = B \mp \beta = \text{longitud exacta de la base.}$$

Donde:

$$A - B = \pm \alpha \mp \beta$$
$$= \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

Reemplacemos α y β por el error máximo E, tendremos:

$$A - B \leq E\sqrt{2}$$

Hemos visto más arriba que basta el $\frac{1}{200\ 000}$ con el aparato «invar» para tener la precisión requerida del $\frac{1}{100\ 000}$.

Si b designa la longitud de la base, el error máximo E será, pues, $\frac{b}{200\ 000}$ y los resultados A y B serán admisibles si se tiene

$$A - B \leq \frac{b\sqrt{2}}{200\ 000}$$

Con esta condición relativa á la discordancia no hacemos intervenir en nada los errores sistemáticos del aparato ó del operador. Será necesario, pues, tomar todas las precauciones para evitar estos ultimos.

Las relativas al aparato son las siguientes:

d) Los hilos «invar» deberán verificarse en una base de comparación local antes y después de la medida de la base para que se acusa un accidente producido en estos hilos durante la medición.

b) Deberán compararse periódicamente en la base permanente de comparación que será establecida con este objeto en la capital.

c) Deberán de tiempo en tiempo llevarse á la «Oficina de Pesas y Medidas» para que se comparen á la base matriz de este establecimiento.

Dimensiones de las señales

Las dimensiones que necesitan las señales estarán basadas en el hecho de que el ojo humano distingue claramente un objeto subtendiendo un ángulo de 3 minutos centesimales.

Así, pues, un objeto situado á 30.000 metros será bien distinguido á simple vista si tiene una dimensión mínima de

$$30\ 000 \times \frac{\pi}{20\ 000} \times 3 = 14^{m.}$$

Pero visto á través del anteojo del teodolito de microscopios micrométricos Huetz, que agranda más de veinte veces, bastará que el objeto sea 20 veces menor, esto es

$$\frac{14}{20} = 0^{m.}70$$

Teniendo en cuenta la posibilidad de tener lados mayores de 30 kilómetros, admitiremos para el 1.er orden como dimensiones de la mira una altura de $1^{m.}00$, y un ancho doble de $2^{m.}00$, porque éste debe ser bisectado por el hilo del retículo.

Un pedestal de altura variable según las condiciones de visibilidad levantará la mira sobre el suelo, para evitar los rayos rasantes y así dar nitidez á la parte inferior de esta mira.

Se adoptarán para el 2.º orden las mismas dimensiones por ser también convenientes y tener así una sola clase de mira para las señales de 1.er y 2.º orden.

En cuanto al 3.er orden, si admitimos como largo máximo del lado 20000m. la expresión se convierte en

$$20\ 000 \times \frac{\pi}{20\ 000} \times 3 = 0^{m}.47$$

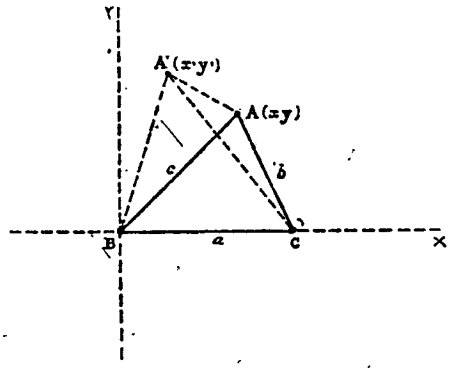
Por las mismas razones expuestas para el 1.er orden daremos á las miras de las señales de 3.er orden las dimensiones siguientes: como altura 0m.60 y como ancho 1m.00.

Nivelación geodésica

Se tendrá cuidado de tomar las distancias cenitales de los puntos visados en cada estación, teniendo en cuenta el futuro mapa del país.

Apéndice

Cálculo del error á temerse en el último vértice de una cadena de n triángulos.



Consideramos primeramente un solo triángulo A B C.

Tenemos:

$$x = a \frac{\text{Sen } C}{\text{Sen } A} \text{Cos } B$$

$$y = a \frac{\text{Sen } C}{\text{Sen } A} \text{Sen } B$$

Sea A' el punto obtenido x' y' sus coordenadas.

Tendremos:

$$x' = x + E_x$$

$$y' = y + E_y$$

y el error buscado AA' será dado por

$$E^2 = E_x^2 + E_y^2$$

Tengamos en cuenta que E_x y E_y son cantida-

des pequeñas, puesto que son errores. Podremos, pues, asimilarlos á los pequeños aumentos obtenidos para las dos funciones x é y, cuando se dé á sus variables a A B C pequeños incrementos, es decir, que podemos asimilar estas cantidades E_x y E_y á las diferenciales de x é y. Podremos así para obtener sus valores con bastante exactitud, considerar las diferenciales de estas dos funciones, en las cuales daremos á los incrementos de las variables da, dA, dB, dC, los valores de los errores de estas variables, ó sea, ap para el error lineal y α para el error angular.

Tendremos entonces:

$$E_x = dx = \frac{dx}{da} ap + \left(\frac{dx}{dA} + \frac{dx}{dB} + \frac{dx}{dC}\right)\alpha$$

no teniendo en cuenta en el desarrollo de d_x las potencias superiores y los productos de p y de α por ser muy pequeños.

Si hacemos relaciones de este género para todos los valores que nos está permitido atribuir á los errores ap y α, tendremos los valores correspondientes de E_x y por consiguiente, obtendremos el valor medio de E_x, extrayendo la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos estos valores particulares dividida por su número.

Al efectuar estos cuadrados, los productos dobles desaparecerán, puesto que dado que son errores accidentales, á cada valor positivo de cada uno de estos errores corresponde un valor negativo del mismo orden y tamaño.

Tendremos, pues, finalmente;

$$E_x = \sqrt{\left(\frac{dx}{da}\right)^2 a^2 p^2 + \left[\left(\frac{dx}{dA}\right)^2 + \left(\frac{dx}{dB}\right)^2 + \left(\frac{dx}{dC}\right)^2\right]\alpha^2}$$

y lo mismo para E_y

$$E_y = \sqrt{\left(\frac{dy}{da}\right)^2 a^2 p^2 + \left[\left(\frac{dy}{dA}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dB}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dC}\right)^2\right]\alpha^2}$$

Por consiguiente, se tendrá

$$E^2 = E_x^2 + E_y^2$$

sea $$E^2 = \left(\frac{dx}{da}\right)^2 a^2 p^2 + \left[\left(\frac{dx}{dA}\right)^2 + \ldots\right]^2 \alpha^2$$

$$+ \left(\frac{dy}{da}\right)^2 a^2 p^2 + \left[\left(\frac{dy}{dA}\right)^2 + \ldots\right] \alpha^2$$

ó $$E^2 = \left[\left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \left(\frac{dy}{da}\right)^2\right] a^2 p^2$$

$$+ \left[\left(\frac{dx}{dA}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{dy}{dA}\right)^2 + \ldots\right] \alpha^2$$

Sustituyendo los valores de las derivadas y efectuando las reducciones, resulta:

$$E^2 = a^2 p^2 \frac{\text{Sen}^2 C}{\text{Sen}^2 A} + a^2 \alpha^2 \frac{\text{Sen}^2 A + \text{Cos}^2 A \, \text{Sen}^2 C}{\text{Sen}^4 A}$$

Calculemos ahora el error cometido en el lado B A $= c$.

Tenemos: $$c = a \frac{\text{Sen } C}{\text{Sen } A}$$

Razonando como anteriormente, tendremos que

$$E_c^2 = \left(\frac{dc}{da}\right) a^2 p^2 + \left[\left(\frac{dc}{dC}\right)^2 + \left(\frac{dc}{dA}\right)^2\right] \alpha^2$$

Sustituyendo los valores de las derivadas y efectuando las cálculos, resulta

$$E_c^2 = a^2 p^2 \frac{\text{Sen}^2 C}{\text{Sen}^2 A}$$

$$+ a^2 \alpha^2 \frac{\text{Sen}^2 A \, \text{Cos}^2 C + \text{Sen}^2 C \, \text{Cos}^2 A}{\text{Sen}^4 A}$$

Si se supone el triángulo A B C equilátero, las expresiones E y E_c se convertirán en las siguientes:

$$E^2 = a^2 \left(p^2 + \frac{5}{3} \alpha^2 \right)$$

$$E_c^2 = a^2\left(p^2 + \frac{2}{3}a^2\right)$$

Establecido esto, consideremos una cadena de n triángulos, que, para simplificar, supondremos equiláteros.

Designando con E_1 E_2 E_3 .... los errores de posición de los vértices sucesivos A_1 A_2 A_3 .... cada uno con respecto al precedente, tendremos

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \ldots + E_n^2$$

Pero tenemos:

$$E_1^2 = a^2\left(p_1^2 + \frac{5}{3}a^2\right)$$

$$E_2^2 = a^2\left(p_2^2 + \frac{5}{3}a^2\right)$$

.....

$$E_n^2 = a^2\left(p_n^2 + \frac{5}{3}a^2\right)$$

Por consiguiente:

$$E^2 = a^2\left(p_1^2 + p_2^2 + \ldots + p_n^2 + n\frac{5}{3}a^2\right)$$

De otra parte se tiene:

$$p_1^2 = p^2$$

$$p_2^2 = \frac{E_{a1}^2}{a^2} = \frac{E_{c1}^2}{a^2} = \frac{a^2\left(p_1^2 + \frac{2}{3}a^2\right)}{a^2} = p^2 + \frac{2}{3}a^2$$

$$p_3^2 = \frac{E_{c2}^2}{a^2} = \frac{a^2\left(p_2^2 + \frac{2}{3}a^2\right)}{a^2} = p^2 + 2 \times \frac{2}{3}a^2$$

.....

$$p_n^2 = \frac{E_{cn}^2}{a^2} = \frac{a^2\left(p_n^2 + \frac{2}{3}a^2\right)}{a^2} = p^2 + (n-1)\frac{2}{3}a^2$$

Tendremos, pues:

$$\Sigma p_n^2 = np^2 + \frac{n(n-1)}{2}\frac{2}{3}a^2$$

Entonces se tiene:

$$E^2 = a^2\left[np^2 + \frac{n(n-1)}{2}\frac{2}{3}a^2 + n\frac{5}{3}a^2\right]$$

$$= na^2\left[p^2 + \left(\frac{n-1}{3} + \frac{5}{3}\right)a^2\right]$$

$$= na^2\left(p^2 + \frac{n+4}{3}\right)a^2$$

y, por consiguiente, tendremos para la expresión buscada de E

$$E = a\sqrt{n\left(p^2 + \frac{n+4}{3}a^2\right)}$$

CAPITULO II

Operaciones

Aplicando las instruciones generales deducidas de los métodos indicados en el capítulo precedente, se han efectuado las operaciones en el departamento del Durazno según los procedimientos que van á continuación:

Bases. — Se han medido dos bases: la primera en los alrededores de Molles, estación del Ferrocarril, línea de Rivera, la segunda en las inmediaciones de la estación de Cerro Chato del mismo Ferrocarril, línea de Melo. La base de Molles tiene una longitud de 7716.^{m}5. La de Cerro Chato, situada en una zona más quebrada, tiene sólo 6283 metros.

Estas dos bases se midieron con el aparato de «hilo invar» Guillaume, entregado por la «Oficina Internacional de Pesas y Medidas», establecimiento que pertenece á la Asociación de Estados «la Convención del Metro» y que, después de un pedido de la Asociación Internacional Geodésica, se encargó del estudio y control de los aparatos de precisión para medición de base.

Es sabido que el aparato citado, le constituye principalmente alambre de metal llamado «Invar» abreviación de «invariable» para recordar su cualidad propia, cual es su muy pequeña dilatación.

La composición de este metal descubierto por el señor Guillaume, Director adjunto de la Oficina de Pesas y Medidas, es acero con 37 % de níquel.

Puede hacerse una idea de la pequeñez de su

dilatación, por la expresión siguiente relativa á uno de los hilos del aparato uruguayo, el que lleva el número 169:

$$l_t = l_0 \, (1 + 0{,}000{,}000{,}095\, t - 0{,}000{,}000{,}000\ 26\, t^2)$$

la que da un aumento de $0{,}^{m}000{,}002$ por grado de temperatura para el hilo entero que tiene 24 metros.

En esas condiciones, nos es imprescindible conocer exactamente la temperatura del hilo durante la medición, puesto que la variación, producida en el largo de este hilo por un pequeño error de temperatura es absolutamente despreciable, por ser este valor de un orden inferior al micrón.

En esta propiedad reside principalmente la preferencia del método de medición de base con aparato de «hilo invar» para cuya operación basta, en efecto, conocer la temperatura del ambiente.

No hay porqué, en esta memoria, entrar en detalles sobre este aparato que ha sido muy perfeccionado por el señor Guillaume, hábilmente secundado por el constructor, el ingeniero señor Carpentier de París.

Las bases del Durazno se midieron, cada una, dos veces, una en sentido contrario de la otra, necesitando cada medida tan sólo dos días, lo que corresponde á una rapidez de medición media superior á 500 metros por hora.

La rapidez máxima alcanzada fué de 700 metros.

En la base de Molles se usaron los hilos uno por uno sucesivamente, mientras que en la de Cerro Chato se emplearon dos hilos á la vez con el fin de tener la seguridad, después de cada tirada, por la concordancia de los dos valores obtenidos, de que no se había producido accidente á ninguno de los dos hilos mientras se hacía la medición de cada tirada.

Además, este modo de operar, muy poco más pesado que el anterior, da un valor medio más exacto para cada una de las dos medidas de la base

Los dos valores obtenidos para la base de Molles, no siendo hecha la reducción al nivel del

mar, fueron: $7716,^{m}559^{m/m}$
$7716,\ 532$

dando una discordancia = $27^{m/m}$

que corresponde á una aproximación

de $$\frac{0{,}027}{7716 \times \sqrt{2}} < \frac{1}{400.000}$$

Los dos valores de la base de Cerro Chato, no reducidos al nivel del mar, fueron: $6183,^{m}066$
$6183,\ 055$

presentando una discordancia = $11^{m/m}$

lo que da una aproximación

de $$\frac{11}{6183 \times \sqrt{2}} < \frac{1}{700.000}$$

Las operaciones de medida las presenciaron el señor ingeniero Lamolle, Ministro de Obras Públicas y el señor Kleczkowski, Ministro de Francia en Uruguay.

Observaciones de control de los hilos «invar»

En los dos parajes en que se midió base, Molles y Cerro Chato, se estableció una de comparación. En Molles las dos series de valores obtenidos para esta base con los 4 hilos sucesivos, dieron respecto á la mediana de estos valores una discordancia máxima inferior á $0^{m}/_{m}\ 1$.

En Cerro Chato está discordancia alcanzó apenas al $\frac{1}{10}$ de milímetro.

En uno y otro caso se pudo, pues, admitir que esta pequeña discordancia se la debía á errores de observación y así que los hilos no habían sufrido ningún accidente durante las operaciones de medida.

En cuanto á la base permanente de comparación que debe servir á las observaciones periódicas de los hilos, fué establecida en el Ministerio de Obras Públicas, donde infelizmente no se pudo encontrar sitio conveniente en la planta baja, sino

en la alta, existiendo una pared bastante ancha, pero muy expuesta á la acción de las variaciones de temperatura.

Esas condiciones desfavorables hacen que, aunque muy bien instalados los dos términos de esta base («repères» cilíndricos de cobre soportados por horcas recibidas con portland en la pared), no se puedan deducir de las observaciones realizadas, otras conclusiones que las relativas al largo de los hilos entre sí, por ser desconocida la dilatación de la pared.

Se hicieron cinco comparaciones en esta base, cada una con dos series de diez lecturas.

Los resultados obtenidos son resumidos en el cuadro siguiente:

FECHAS	Temperatura media	Largo de la base con			
		Hilo N.° 127	Hilo N.° 128	Hilo N.° 129	Hilo N.° 169
		m. m/m.	m. m/m.	m. m/m.	m. m/m.
Septiembre, 1909.	23°	24,009,63	24,009,62	24,009,74	24,009,53
Enero, 1908 . .	27°	— 11,10	— 11,21	— 11,13	— 11,00
» 1910. . .	25°	— 11,16	— 11,27	— 11,37	— 11,16
Mayo, 1910. . .	14°	— 9,60	— 9,78	— 9,60	— 9,74
Agosto, 1910 . .	12°	— 9,17	— 9,16	— 9,24	— 9,07

Las tres últimas comparaciones dan resultados bastante bien relacionados con la temperatura. Las dos primeras no tienen concordancia con estas últimas ni tampoco entre sí.

Esto se explica, siendo sabido que después de la primera comparación, se precisó la intervención de albañil para consolidar las horcas que sostienen los «repères» y tambien después de la segunda probablemente se han movido un poco estas horcas por un cambio de los bulones que ligan los «repères» á las horcas.

Es, pues, muy lógico atribuir, por lo menos en gran parte, á la dilatación de la pared, las variaciones encontradas en los valores de la base en una y otra serie.

Si se consideran los 4 valores de la base en

cada comparación, se encuentran, entre estos valores, variaciones pequeñas que parecen, por su sentido casi constante en los hilos núm. 129 y núm. 169, indicar una causa sistemática para estos hilos. Comparando, en efecto, cada valor á la mediana en cada una de las cinco comparaciónes, se obtiene el cuadro siguiente para las discordancias expresadas en centésimos de milímetros.

FECHAS	Hilo N.º 169	Hilo N.º 127	Hilo N.º 128	Hilo N.º 129
Septiembre, 1908	— 10	0	— 1	+ 11
Enero, 1909 . .	— 11	— 1	+ 10	+ 2
» 1910 . .	— 7	— 7	+ 2	+ 12
Mayo, 1910 . .	+ 11	— 3	— 5	— 3
Agosto, 1910 .	— 9	+ 1	0	+ 8

Se nota en seguida que los dos hilos núm. 127 y núm. 128 tienen discordancias que se pueden atribuir á errores de observación, mientras que las discordancias son francamente negativas para el hilo núm 169 y positivas para el hilo núm. 129.

Si se admite que los primeros hilos núm. 127 y núm. 128 no han sufrido modificación alguna en los primeros meses de servicio, hay que admitir que el hilo número 169 se ha alargado un poco y que ha disminuido también muy poco el hilo número 129.

Para ser fijado exactamente en estos puntos, no hay otro remedio que llevar los hilos á comparación sobre la base matriz de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

En todo caso, como á estos dos hilos se les ha empleado en iguales condiciones, se ve que además de la pequeñez de sus variaciones, estas variaciones se compensan en mayor parte, siendo ellas de signo contrario y más ó menos iguales.

Lo que hay que notar además, después de las consideraciones precedentes, y basándose en la concordancia que aparece dentro de cada comparación, cuando se dejan de lado las pequeñas

variaciones sistemáticas precitadas, es que desde la primera comparación de Septiembre de 1908 los 4 hilos han quedado muy «paralelos» entre sí, lo que implica una conservación perfecta para todos estos hilos: conocimiento de capital importancia para nosotros, porque nos permite tener la seguridad de que los hilos no han sufrido otra modificación que la antedicha que podemos considerar como despreciable.

Todo lo que concierne á estas bases, datos y cálculos, forma la Carpeta núm. 1 del archivo de la triangulación del Durazno.

1.er orden—Se hicieron dos modelos de señales para los puntos de 1.er orden, los dos en madera trabajada, uno en forma de pirámide cuadrangular destinada á los cerros agudos, y el otro en forma de torre cuadrada para los puntos situados en cuchillas llanas, siendo este último modelo el más frecuentemente empleado en el Durazno.

En el primer caso, donde no era preciso mira de gran altura, se construyeron señales piramidales de 3,m 50 de alto con un pilar de 0,m 90. La mira trapezoidal pintada de negro, tiene un ancho medio de 1,m 70 y una altura de 1m su parte inferior siendo distante del suelo de 1,m 75.

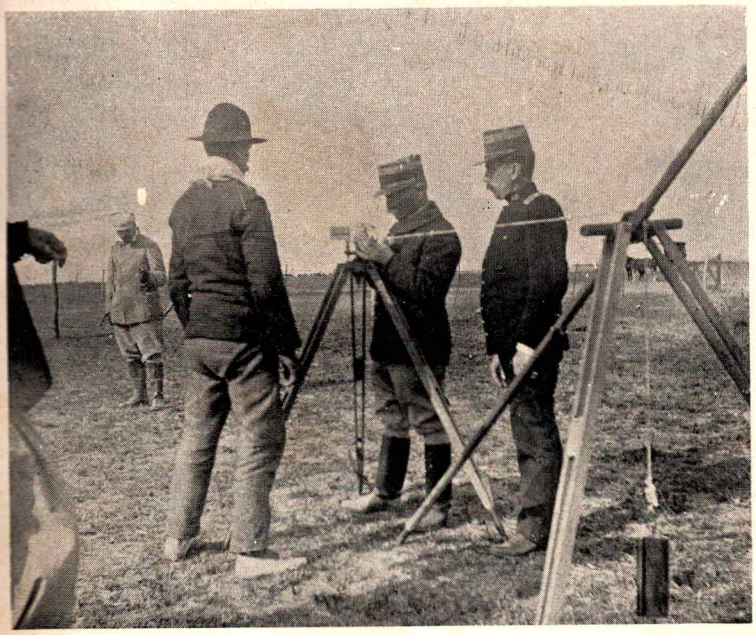
En el otro caso, según las necesidades se han empleado torres cuadradas de 4m, 5m ó 6m de altura por 2m de lado, estando colocada la mira de 1m de altura en la parte superior, y formada con tablitas clavadas sobre los montantes de la torre y pintadas de negro.

El pilar de mampostería tiene una altura de 2,m 40, 3,m 40 ó 4,m 40 según la altura de la torre, poniéndose en el momento de las observaciones un piso movil á 0,m 90 por abajo de la plataforma del pilar, y apoyado sobre los atravesaños correspondientes de la señal.

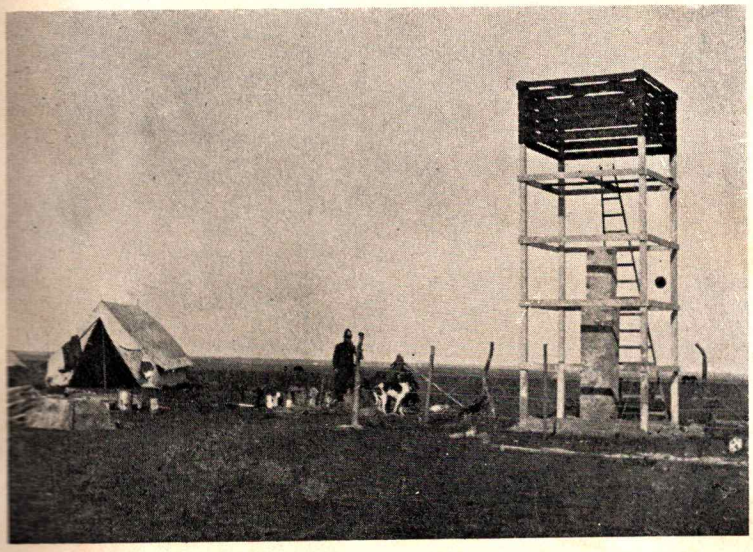
Este pilar se edifica sobre un mojón-indicador de la señal, que es hecho de hormigón de Portland, en forma de tronco-piramidal, y tiene dimensiones suficientes para que no sea posible moverlo sin dificultad.

Este mojón, como también el pilar, es centrado con cuidado en el eje de la señal.

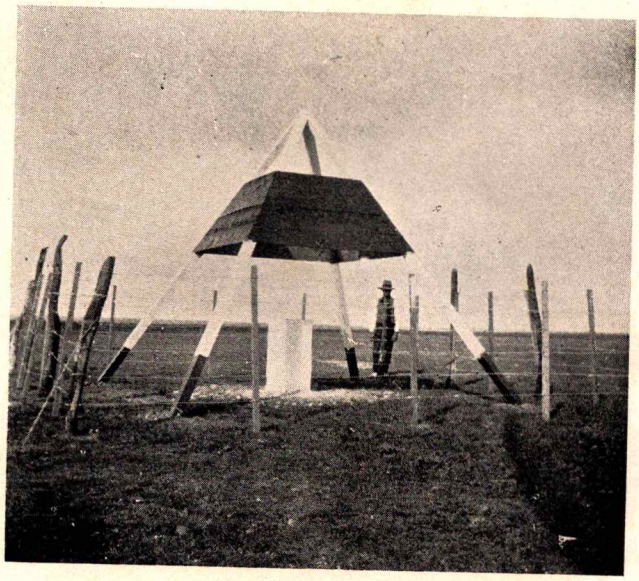
Un pequeño cilindro de cobre es colocado en el



Medición de la base de Cerro Chato



Construcción de una señal de 1.er orden



Término Sud de la base de Molles

Construcción de una señal de 3.er orden

punto central superior del mojón para indicar exactamente este punto por si cualquier futura eventualidad hiciera preciso buscarlo.

En ciertos casos, precisándose señales más altas, se han hecho ampliaciones ligeras del mismo modelo que las torres cuadradas, con las cuales se aumentó provisionalmente la altura de la señal á 4m más, lo que la hacía alcanzar á una altura de 10m.

En estos casos, que fueron pocos, el pilar se construyó hasta 6 metros de altura.

Habiendo mostrado la experiencia que las señales piramidales no tienen tanta nitidez como las torres cuadradas se abandonó el sistema de las pirámides, empleando en su lugar torres de 3m·50 de altura.

2.º orden.—Las señales de 2.º orden son idénticas á las de 1.er, siendo generalmente suficientes las del modelo pequeño.

3.º orden.—No precisándose pilar para las señales de 3.er orden, puesto que se determinan por intersección, se ha colocado en cada vértice una asta, soporte de mira, de 2m 50 de altura en el centro del mismo mojón de la señal.

La mira está constituida por 4 postigos cuadrados de 0,60 de lado, pintados de negro, y clavados uno á uno en la parte superior del asta sobre cada face de este último, de modo que forman una mira rectangular de 0,60 de alto y de 1 metro de ancho medio. Para proteger las señales contra los animales y al mismo tiempo aislar el terreno que contiene la señal, se las ha encerrado dentro de un alambrado para las de 1.er y 2.º orden y de un foso circular para las de 3.er orden.

Finalmente, para aumentar la visibilidad de estas señales, haciendo viva oposición con el negro de la mira, se ha pintado de blanco el resto de la construcción.

Las observaciones se efectuaron con el teodolito Huetz de miscroscopios micrométricos.

Se ha observado con 10 series para el 1.er y el 2.º orden.

Los cierres de los triángulos obtenidos con estos puntos no pasan generalmente 10 segun-

dos centesimales, aunque fueron algunas veces muy penosas las observaciones, particularmente en verano, cuando el sol calienta mucho los campos desnudos y también, por reverberación, las zonas bajas de la atmósfera, en las cuales entonces se obtienen á través del anteojo imágenes de las señales en un continuado movimiento.

Esto hace ver la necesidad de ser provisto de «espejos especiales» para utilizar la luz solar en esos casos difíciles.

Las observaciones relativas al 3.er orden se han efectuado con las 4 series habituales.

Se han medido también las distancias cenitales para todos los puntos, con objeto de efectuar la nivelación geodésica de la red.

Todas estas observaciones, puestas en orden y redactadas, forman para el 1.er orden la carpeta número 3 del archivo de la triangulación del Durazno, y para el 2.o y 3.er orden parte de la carpeta número 6 del mismo archivo, las libretas de las observaciones hechas en el mismo terreno, formando para el 1.er orden la carpeta número 2 y para el 2.o y 3.er orden la carpeta número 5.

Por fin se hicieron observaciones astronómicas en Molles y Cerro Chato.

En Molles el pilar astronómico fué colocado próximo á la oficina telegráfica en vista de la determinación de la longitud que se hizo por medio del telégrafo desde Montevideo.

En Cerro Chato se tomó para pilar astronómico el del T. E. de la base que se encuentra cerca de la estación del ferrocarril. Para la determinación de la longitud, se empleó el modo de transporte del tiempo utilizando para eso la vía férrea.

La latitud y el azimut en las dos estaciones han sido determinadas por observaciones del sol.

CAPÍTULO III

Cálculos

Durante la ejecución de las operaciones geodésicas en el Durazno se creó la Comisión Geográfica Militar, encargada de levantar la Carta de Estado Mayor del país.

La cuestión de la triangulación general que, al principio, no parecía tener urgencia, se puso en pié después de la creación de esta Comisión.

Efectivamente, en previsión de la proyección única que va á necesitar la ejecución de la carta precitada, hemos tenido que dar principio en seguida á esta triangulación general, dirigiendo las operaciones y los cálculos de acuerdo con el proyecto siguiente adoptado para aquélla.

Proyecto de la triangulación general

Dada la dificultad de formar grandes triángulos en la mayor parte del territorio en razón de su general planicie, se ha constituído para esa triangulación general, un canevás de cadenas principales algo más compacto que los habituales.

Comprende este canevás (véase el esquema adjunto) 4 cadenas meridianas y cinco cadenas paralelas.

Sea para las meridianas:

2 centrales . . . . { la de Montevideo—Rivera
la de Maldonado—San Luis

1 en la frontera Oeste. . Colonia—San Eugenio
1 » » » Este . . Rocha—Latorre

y para las paralelas:

1 central. . . . . Mercedes—Treinta y Tres

2 adyacentes á ésta { Colonia—Santa Teresa
Paisandú—Latorre

2 extremas más chicas . . { Montevideo—Rocha
Salto—San Luis

El territorio de la República se halla asi dividido en 10 cuadriláteros completamente cerrados por cadenas, las cuales no necesitarán más de 20 á 25 triángulos de 1.er orden complementario, y en los alrededores se encuentra igual número de porciones de cuadriláteros de superficie menor.

Dada la facilidad de medición de base con el aparato de «hilo Invar», se medirá una base en los alrededores de cada cruzamiento de las cadenas precitadas, de manera de poder obtener, haciendo el acuerdo de las bases, una compensación más segura en cada elemento de cadena, constituído por un lado de cuadrilátero, pues así estos elementos de cadena no tendrán más de unos 10 triángulos.

Eso hacer prever 18 bases para todo el territorio.

La compensación de los triángulos de 1.er orden complementario dentro de cada cuadrilátero se hará después del cierre del cuadrilátero, y nunca será muy extensa, por no ser muy grande, unos 20 á 27, el número de estos triángulos, á consecuencia de la proximidad de las cadenas.

Se ve, por lo demás, que la compensación de cada cuadrilátero siendo completamente independiente de los próximos, será racional cuando tengan suficiente adelanto los trabajos geodésicos sobre los de la parcelación catastral, de efectuar la triángulación cuadrilátero por cuadrilátero.

El departamento del Durazno se halla atravesado por la cadena paralela central Mercedes-Treinta y Tres y por las dos cadenas meridianas centrales Montevideo-Rivera y Maldonado-San Luis.

De conformidad con el plan de la triangulación general se ha medido una base en los dos cruzamientos de cadenas: en Molles y en Cerro Chato, como se ha detallado más arriba.

La cadena paralela y las dos meridianas están formadas como lo indica el croquis de la red que cubre el departamento del Durazno en el esquema precitado como en el canevas adjunto de esta red.

La compensación de dicha red se ha limitado á la de los triángulos del lado de cuadrilátero Molles-Cerro Chato, el único enteramente levantado por ahora, no pudiendo hacer nada en los demás trozos de cadena ni siendo conveniente hacer algo en las porciones de cuadrilátero comprendidas entre estos trozos y la cadena paralela central, antes de ser cerrados estos cuadriláteros.

La compensación del elemento de cadena Molles-Cerro Chato ha comprendido:

1.º la compensación de la pequeña red que liga la base de Molles á ésta cadena.

2.º lo mismo relativamente á la base de Cerro Chato.

3.º la compensación de la misma cadena entre las dos lados de llegada en las dos compensaciones precedentes, llamándose esta operación «acuerdo de las bases».

Además de estas compensaciones definitivas, se ha debido hacer en cada una de las porciones de cuadrilátero precitadas, en vista del cálculo de las coordenadas rectangulares necesitadas por el Catastro, una compensación angular especial, motivada por la condición relativa á la suma de los ángulos alrededor de un punto en un plano, lo que vuelve á poner todos los puntos de 1.er orden complementario en el plano de la cadena paralela central desenvuelta, conteniendo ya los trozos de cadenas meridianas también desenvueltos.

Se ve que la introducción de un canevás general, viniendo á determinar algunos elementos de las cadenas principales que no conviene tocar, una vez hechas las compensaciones normales, hemos tenido que adoptar para el catastro una proyección distinta á la del plano tangente en el punto central del departamento.

La adoptada, por lo expuesto más arriba, puede asimilarse á la del cono tangente á lo largo del paralelo medio de la cadena paralela central, por la cual se aplica, con más seguridad todavía por ser generalmente menores las distancias de los puntos extremos á la cadena que al punto central, lo que se ha hecho ver en el capítulo precedente, respecto á la aproximación obtenida

para estos puntos con la proyección sobre el plano tangente en el punto central.

Cálculo de las coordenadas rectangulares

Tomando, por ser el más conveniente este punto central (1.er orden: San Antonio), como origen de los ejes de coordenadas rectangulares, y por ejes de los Y, el meridiano en este punto, deducido de los azimuts medidos en Molles y en Cerro Chato, se han calculado las coordenadas de todos los puntos de la red, en la forma que se detalla á continuación, advirtiendo que todos estos cálculos constituyen la carpeta núm. 4 del archivo de la triangulación del Durazno para el 1.er orden y parte de la capital núm. 6 para el 2.º y 3.er orden.

1.er Orden — (Carpeta número 4).

1.º Cálculos de la compensación relativa á la ampliación de la base de Molles (cuadernos núm. 6_a y 6_b).

2.º Cálculos semejantes para la base de Cerro Chato (cuadernos número 7_a 7_b).

3.º Cálculos de la compensación relativa á la cadena Molles—Cerro Chato (acuerdo de las bases) (Cuaderno número 8).

4.º Cálculo de los triángulos (cuadernos números 9_a 9_b 9_c 9_d 9_e 9_f 9_g 9_h 9_i 9_j).

5.º Cálculos de las coordenadas geográficas en Molles y del azimut en este punto (cuadernos números 11_a 11_b 11_c).

6.º Cálculos iguales para Cerro Chato (cuadernos números 12_a 12_b 12_c).

7.º Cálculos de las coordenadas geográficas y del azimut en cada punto de la cadena Molles-Cerro Chato (cuaderno número 13).

8.º Compensación angular en los triángulos afuera de las cadenas principales (1.er orden complementario) (cuadernos números 14_a y 14_b).

9.º Cálculos de las coordenadas rectangulares de los puntos geodésicos de 1.er orden (cuadernos números 15_a 15_b 15_c).

2.º y 3.er orden — (Carpeta número 6).

1.º Cálculos de los triángulos (cuaderno número 2).

2.º Cálculos de las coordenadas rectangulares de los puntos de 2.º y 3.er orden (cuaderno número 3).

Comprobaciones La primera y más importante de las comprobaciones es la encontrada en el cálculo del acuerdo de las bases.

El largo, reducido al nivel del mar, dado por el cálculo, para la base de Cerro Chato, partiendo de la base de Molles es. . . 6183,^{m}58

La medición directa, después reducción, dió. 6183, 82

La discordancia es, pues . . . . . 0,^{m}24

del mismo orden que las habitualmente encontradas en las grandes triangulaciones.

El error máximum á temerse en el desarrollo de la red es, pues $= \frac{0{,}24}{\sqrt{2}} = 0{,}^{m}16$ para una distancia de 6183^{m}. El previsto es $= 0{,}^{m}06$, pero supone errores únicamente accidentales en las operaciones. Hemos notado una variación de 1 $^{m}/_{m}$ 50 en los valores de la base de comparación de Montevideo en Septiembre de 1908 y en Enero de 1909, es decir, dentro del período de tiempo que separa las mediciones de las dos bases de Molles y Cerro Chato. Es bien posible que una parte de esa variación haya que atribuirla á los mismos hilos, y bastaría que esa parte fuese $= 0\,^{m}/_{m}4$ para obtener el error previsto precitado.

Pero dada la incertidumbre en la cual nos encontramos, hasta que los hilos se los haya comparado en la base matriz no podemos admitir por ahora ninguna variación en estos hilos, siendo, además, pequeño el error máximum á temerse en la ubicación de los vértices de la red con respecto al origen San Antonio, el cual error para los puntos extremos, que en este departamento largo están á unos 100 kilómetros del origen, alcanza á $\frac{0{,}16 \times 100}{6{,}18} = 2{,}^{m}58$, lo que da 1,^{m}29 para el error medio.

En cuanto á los cálculos astronómicos, hechos con observaciones de campaña, conducen á las verificaciones siguientes:

1.º La latitud determinada en «Cerro Chato» es = 33º 6′ 12″.

La latitud obtenida en «Cerro Chato» por el cálculo, partiendo de la determinada directamente en Molles, es = 33º 6′ 24″.

La discordancia es, pues = 12″, es decir, inferior á la producida por un error de 1ˢ en las observaciones astronómicas.

2.º La longitud determinada en Cerro Chato por transporte del tiempo es = 57º 29′ 54″ (referida al Observatorio de París). La longitud obtenida en «Cerro Chato» por el cálculo, partiendo de la determinada directamente en Molles por medio del telégrafo es = 57º 30′ 10″.

La discordancia es, pues = 16″ alcanzando apenas á la dada por un error astronómico de 1ˢ.

3.º El azimut determinado directamente en «Puntas del Yi», para el lado «Puntas del Yi — Cerro San Juan» es = 208,ᶜ 4025″.

El obtenido por el cálculo partiendo del azimut determinado directamente en «Bidart» para el lado «Bidart—Iberia», es = 208ᶜ 4014″.

La discordancia es = 11″, la que se ha tomado en cuenta para el valor del azimut del lado «San Antonio—Iberia» que sirvió á fijar el meridiano en el punto «San Antonio», origen de las coordenadas rectangulares.

Nivelación geodésica.—Se ha utilizado la nivelación de las vías férreas del Ferrocarril Central en Molles y en Cerro Chato, la cual se refiere al cero adoptado para nivel medio del mar en Montevideo, por el Ministerio de Obras Públicas.

Se han ligado las dos bases á aquellas vías por encontrarse sus términos los puntos geodésicos muy cerca de ellas, y también por ser necesario conocer ante todo la altitud media de cada base para obtener su proyección al nivel del mar.

En Cerro Chato el T. E. de la base está situado á algunos metros de la vía, de modo que fué muy fácil la ligación.

En Molles, el T. S. de la base que es el más próximo de la vía férrea, está situado á unos 2 1/2 kilómetros de ella. Se hizo una nivelación directa por dos itinerarios distintos para tener verificación.

Se encontraron así los resultados siguientes:

Altitud T. S. base Molles (suelo) = altitud del rail estación Molles + 7,ᵐ 45 = 128,ᵐ 68 + 7.45 = 136,ᵐ 13.

Altitud T. E. base Cerro Chato (suelo) = altitud del rail estación Cerro Chato + 0.^{m} 52 = 251.^{m} 45 + 0.52 = 251.^{m} 97.

Calculando ahora, después de haber redactado y reducido las distancias cenitales, sucesivamente las altitudes de todos los puntos de la cadena Molles — Cerro Chato, saliendo de T. S. (base Molles) para llegar al T. E. de la base de Cerro Chato, obtenemos:

Altitud TE base Cerro Chato (suelo), calculada = 258 ^{m}57 dando así una discordancia = 6,^{m}60.

La longitud de vía férrea que separa la estación de Cerro Chato de la de Molles, alcanza á más de 500 kilómetros. Dejando de lado el error accidental, se ve que bastaría un error sistemático de $\frac{6.6}{5000} = 1^{m/m}3$ por nivelada de 100 metros para obtener esos 6,^{m}60 de discordancia.

Por otra parte, la cadena Molles—Cerro Chato no tiene más que 7 triángulos, en los cuales la diferencia de nivel de un vértice á otro no tiene como error máximo medio más de $\pm$ 0,^{m}36 (el error medio calculado = $\pm$ 0,^{m}18).

De manera que del T S (Molles) al T E (Cerro Chato) atravesando 7 triángulos no puede haberse producido un error mayor

de $\pm 0{,}36 \times \sqrt{7} = \pm 0{,}^{m}91$.

Este ultimo error siendo relativamente pequeño respecto á la discordancia encontrada de 6,^{m}60 no es permitido repartir esta discordancia en la cadena, y no hay otro medio para solucionar la cuestión que corregir todas las altitudes calculadas, en la mitad de este discordancia.

Esto es lo que se ha hecho, de modo que toda la triangulación del departamento de Durazno tiene su nivelación fundada sobre la altitud 132,^{m}8 para el T. S. de la base de Molles, lo que corresponde á la altitud 125,^{m}4 para el rail en la estación Molles del F. C. C. U.

CAPÍTULO IV

Resultados

1 — Bases.

a) Base de Molles:

Largo reducido al nivel del mar:

7716 m 386

b) Base de Cerro Chato:

Largo reducido al nivel del mar:

6183 m 820

II—Triángulos.

Cuadro de los triángulos de 1.er orden

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
1	Palacio	95,^{G}0776,^{cc}1	26504,^{M}2	
	Porciúncula	35, 8953, 2	14207, 2	
	Serra.	69, 0282, 1	23499, 2	
		200, 0011, 4		
		$\varepsilon =$ 2, 6		
		$E = +$ 8, 8		
2	Serra.	49, 0674, 9	20350, 52	
	Porciúncula	78, 5562, 9	27569, 55	
	Mac-Eachen	72, 3771, 9	26504, 2	
		200, 0009, 7		
		$\varepsilon =$ 4, 0		
		$E = +$ 5, 7		
3	Mac-Eachen	75, 2622, 0	21946, 0	
	Porciúncula	59, 0580, 4	18976, 65	
	Porrua	65, 6793, 6	20350, 5	
		199, 9996, 0		
		$\varepsilon =$ 2, 8		
		$E = -$ 6, 8		
4	Porciúncula	87, 6160, 9	30308, 6	
	Olivares.	50, 2994, 1	21946, 00	
	Porrua	62, 0835, 7	25572, 40	
		199, 9990, 7		
		$\varepsilon =$ 4, 3		
		$E = -$13, 6		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
5	Porciúncula	36,^{G}5982,^{cc}8	16248,^{M}5	
	González	65, 3806, 7	25572, 4	
	Qlivares.	98, 0221, 2	29868, 8	
		200, 0010, 7		
		$\varepsilon =$ 3, 2		
		$E = +$ 7, 5		
6	Listur	83, 2173, 4	29868, 8	
	González	67, 3953, 3	26968, 1	
	Porciúncula	49, 3865, 1	21661, 2	
		199, 9991, 8		
		$\varepsilon =$ 4, 4		
		$E = -$ 12, 6		
7	Palacio	83, 3965, 5	26968, 1	
	Listur	63, 7130, 4	23499, 2	
	Porciúncula	52, 8894, 7	20612, 0	
		199, 9990, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 6		
		$E = -$ 13, 0		
8	Listur	49, 5844, 7	15398, 6	
	Escarza	90, 2491, 9	21664, 2	
	González	60, 1673, 0	17767, 8	
		200, 0009, 6		
		$\varepsilon =$ 2, 1		
		$E = +$ 7, 5		
9	Cataldo	88, 2554, 0	26513, 3	
	Galó	65, 1883, 5	23038, 1	
	Escarza.	46, 5559, 0	18012, 2	
		199, 9996, 5		
		$\varepsilon =$ 3, 2		
		$E = -$ 6, 7		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
10	Escarza.	61,^{G}3234,$^{''}$5	21770,^{M}6	
	Galó	39, 4479, 6	15398, 6	
	González	99, 2292, 5	26513, 3	
		200, 0006, 6		
		$\varepsilon =$ 2, 6		
		$E = +$ 4, 0		
11	Galó	78, 2009, 2	20928, 8	
	Irisarri	87, 1925, 5	21770, 6	
	González	34, 6069, 4	11492, 0	
		200, 0004, 1		
		$\varepsilon =$ 1, 8		
		$E = +$ 2, 3		
12	González	73, 2205, 1	20598, 4	
	Irisarri	51, 1767, 4	16248, 5	
	Olivares.	75, 6028, 8	20928, 8	
		200, 0001, 3		
		$\varepsilon =$ 2, 4		
		$E = +$ 1, 1		
13	Irisarri	82, 8676, 6	21332, 5	
	Bidart	76, 1838, 0	20598, 4	
	Olivares.	48, 9499, 8	13272, 7	
		200, 0014, 4		
		$\varepsilon =$ 2, 1		
		$E = +$12, 3		
14	Olivares.	59, 8481, 7	18537, 9	
	Bidart	64, 2252, 7	19424, 1	
	Castellanos.	75, 9277, 7	21332, 5	
		200, 0012, 1		
		$\varepsilon =$ 2, 6		
		$E = +$ 9, 5		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
15	Porruá	42, G2988, ''7	19424, M1	
	Olivares.	75, 2774, 4	29155, 9	
	Castellanos.	82, 4243, 8	30308, 6	
		200, 0006, 9		
		ε = 4, 1		
		E = + 2, 6		
16	Cerro Pelado	73, 8820, 8	29155, 9	
	Porruá	64, 5572, 2	26993, 0	
	Castellanos.	61, 5589, 4	26172, 6	
		199, 9982, 4		
		ε = 5, 1		
		E = - 12, 7		
17	Cerro Pelado	74, 1869, 6	30598, 9	
	Castellanos.	65, 6388, 3	28565, 1	
	Chamberlain	60, 1756, 2	26993, 0	
		200, 0014, 1		
		ε = 5, 5		
		E = + 8, 6		
18	Chamberlain	77, 1525, 6	31821, 95	
	Castellanos.	51, 5177, 5	24598, 7	
	Iberia	71, 3309, 6	30598, 9	
		200, 0012, 7		
		ε = 5, 5		
		E = + 7, 2		
19	Castellanos.	62, 9323, 2	26598, 78	Compensado.
	Bidart	97, 5129, 4	31821, 95	
	Iberia	39, 5540, 8	18537, 92	
		199, 9993, 4		
		ε = 3, 8		
		E = - 10, 4		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
20	Curbelo	73,^{G}6886,$^{''}$2	26598,^{M}78	Compensado.
	Iberia	47, 3702, 4	19671, 80	
	Bidart	78, 9417, 8	27469, 81	
		200, 0006, 4		
		$\varepsilon =$ 3, 8		
		$E = +$ 2, 5		
21	Irisarri	74, 2652, 0	19671, 80	Compensado.
	Curbelo	42, 5985, 2	13272, 3	
	Bidart	83, 1362, 1	20650, 3	
		199, 9999, 3		
		$\varepsilon =$ 2, 0		
		$E = +$ 2, 7		
22	Abella	71, 1877, 5	20650, 3	
	Curbelo	78, 9928, 4	21723, 3	
	Irisarri	49, 8201, 1	16190, 7	
		200, 0007, 0		
		$\varepsilon =$ 2, 5		
		$E = +$ 4, 5		
23	Abella	34, 9638, 7	11492, 0	
	Irisarri	54, 6777, 4	16667, 5	
	Galó	110, 3581, 4	21723, 6	
		199, 9997, 5		
24	Abella	48, 8143, 6	18012, 2	
	Galó	106, 8046, 3	25812, 9	
	Cataldo	44, 3805, 1	16667, 5	
		199, 9995, 0		
		$\varepsilon =$ 2, 3		
		$E = -$ 7, 3		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
25	Casavieja	63,^{G}9308,$^{''}$6	25813,^{M}1	
	Abella	100, 9636, 1	30590, 1	
	Cataldo	35, 1077, 9	16029, 0	
		200, 0022, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 2		
		$E = +19, 4$		
26	Casavieja	108, 8339, 8	27449, 1	
	Carmen	39, 2600, 9	16029, 0	
	Abella	51, 9066, 9	20176, 1	
		200, 0007, 6		
		$\varepsilon =$ 2, 5		
		$E = +5, 1$		
27	Carmen	35, 8401, 0	16190, 7	
	Curbelo	71, 9980, 0	27449, 1	
	Abella	92, 1637, 2	30106, 9	
		200, 0018, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 4		
		$E = +14, 8$		
28	Carmen	48, 7777, 0	20886, 55	Compensado.
	San Antonio	97, 9691, 4	30106, 9	
	Curbelo	53, 2528, 5	22359, 8	
		199, 9996, 9		
		$\varepsilon =$ 3, 6		
		$E = -6, 7$		
29	San Antonio	72, 1583, 8	27469, 81	Compensado.
	Iberia	48, 3718, 0	20886, 55	
	Curbelo	79, 4694, 1	28760, 60	
		199, 9995, 9		
		$\varepsilon =$ 4, 3		
		$E = -8, 4$		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
30	Cerro Chato	73, G5746, ''0	28760, M60	Compensado.
	Iberia	60, 3734, 3	25535, 16	
	San Antonio	66, 0518, 4	27065, 85	
		199, 9998, 7		
		ε = 4, 9		
		E = - 6, 2		
31	Bella Vista.	67, 9962, 9	27065, 85	Compensado.
	Iberia	80, 2995, 5	29420, 5	
	Cerro Chato	51, 7046, 8	22417, 5	
		200, 0005, 2		
		ε = 4, 5		
		E = + 0, 7		
32	Bella Vista.	80, 3458, 6	24598, 7	
	Chamberlain	66, 9538, 5	22418, 25	
	Iberia	52, 6998, 2	19014, 7	
		199, 9995, 3		
		ε = 3, 2		
		E = - 7, 9		
33	Correa	86, 0370, 5	29420, 5	
	Bella Vista.	71, 0491, 9	27079, 2	
	Cerro Chato	42, 9141, 8	18814, 8	
		200, 0004, 2		
		ε = 3, 9		
		E = + 2, 2		
34	Correa	43, 1247, 9	18726, 2	
	Cerro Chato	84, 6484, 0	29012, 9	
	Aguerre	72, 2280, 2	27079, 3	
		200, 0012, 1		
		ε = 3, 8		
		E = + 8, 3		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
35	Aguerre	66,^{G}9557,$^{\prime\prime}$0	19536,^{M}03	Compensado.
	Cerro Chato	70, 4487, 1	20119, 1	
	Figarola.	62, 5943, 5	18726, 2	
		199, 9987, 6		
		$\varepsilon =$ 2, 5		
		$E = -$ 14, 9		
36	Figarola.	73, 8160, 0	25535, 16	Compensado.
	Cerro Chato	76, 7089, 5	26014, 87	
	San Antonio	49, 4757, 3	19536, 03	
		200, 0006, 8		
		$\varepsilon =$ 3, 6		
		$E = +$ 3, 2		
37	Puntas Cuadra	79, 0985, 7	26014, 87	Compensado.
	Figarola.	68, 5580, 7	24198, 56	
	San Antonio	52, 3441, 8	20135, 64	
		200, 0008, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 6		
		$E = +$ 4, 6		
38	Carmen	73, 7382, 7	24198, 56	Compensado.
	Puntas Cuadra	64, 2605, 7	22359, 8	
	San Antonio	62, 0007, 3	21847, 0	
		199, 9995, 7		
		$\varepsilon =$ 3, 5		
		$E = -$ 7, 8		
39	Faguaya.	82, 9846, 2	21847, 0	
	Puntas Cuadra	41, 5493, 4	13755, 9	
	Carmen	75, 4667, 2	20990, 25	
		200, 0006, 8		
		$\varepsilon =$ 2, 2		
		$E = +$ 4, 6		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
40	Carmen	48,^{G}4766,^{cc}6	20258,^{M}5	
	Jackson.	31, 0413, 9	13755, 9	
	Faguaga	120, 4807, 3	27854, 3	
		199, 9987, 8		
		$\varepsilon =$ 2, 1		
		$E = -14, 3$		
41	Casavieja	74, 9168, 7	27854, 3	Ángulo concluido.
	Jackson.	46, 6430, 8	20176, 1	
	Carmen	78, 4404, 6	28452, 2	
		200, 0004, 1		
		$\varepsilon =$ 4, 1		
42	Jackson.	78, 5572, 4	22684, 9	
	Arrambide	63, 8261, 7	20258, 5	
	Faguaga.	57, 6161, 0	18902, 5	
		199, 9995, 1		
		$\varepsilon =$ 2, 8		
		$E = -7, 7$		
43	Arrambide	61, 6094, 2	20061, 5	
	Corte.	72, 2673, 9	22684, 9	
	Faguaga	62, 1239, 2	20172, 3	
		209, 0007, 3		
		$\varepsilon =$ 2, 9		
		$E = +4, 4$		
44	Faguaga	76, 7946, 3	23298, 7	
	Corte.	63, 6935, 7	20990, 25	
	Puntas Cuadra	59, 5119, 3	20061, 5	
		200, 0001, 3		
		$\varepsilon =$ 3, 1		
		$E = +1, 8$		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
45	Corte.	98,^{G}2118,$^{''}$2	32188,^{M}87	Compensado.
	Cerro Malbajar	51, 4962, 3	23298, 7	
	Puntas Cuadra	50, 2927, 9	22873, 9	
		200, 0008, 3		
		$\varepsilon =$ 4, 1		
		$E = +4, 2$		
46	Cerro Malbajar	70, 3312, 7	29484, 52	Compensado.
	Fernández	85, 8190, 1	32188, 87	
	Puntas Cuadra	43, 8506, 0	20978, 05	
		200, 0008, 8		
		$\varepsilon =$ 4, 7		
		$E = +4, 1$		
47	Fernández	47, 3013, 6	20135, 64	Compensado.
	Figarola.	91, 2627, 5	29484, 52	
	Puntas Cuadra	61, 4362, 0	24468, 39	
		200, 0003, 1		
		$\varepsilon =$ 3, 8		
		$E = +0, 7$		
48	La Paloma.	53, 6427, 3	24468, 39	Compensado.
	Figarola.	51, 5167, 3	23725, 9	
	Fernández	94, 8405, 2	32674, 8	
		199, 9999, 8		
		$\varepsilon =$ 4, 5		
		$E = -4, 7$		
49	Aguerre	105, 7188, 6	32675, 1	
	Figarola.	52, 2521, 0	24004, 4	
	La Paloma.	42, 0282, 0	20119, 1	
		190, 9991, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 8		
		$E = -12, 2$		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medio	Lados en metros	Observaciones
50	Paso Oribe	72,^{G}1298,^{cc}9	24004,^{M}4	
	Aguerre	57, 8457, 2	20902, 7	
	La Paloma.	70, 0244, 4	23619, 6	
		200, 0000, 5		
		$\varepsilon =$ 3, 5		
		$E =$ - 3, 0		
51	Paso Oribe	58, 1602, 0	29012, 9	Ángulo concluido.
	Correa	44, 5886, 3	23619, 6	
	Aguerre	97, 2517, 0	36612, 6	
		200, 0005, 3		
		$\varepsilon =$ 5, 3		
52	Paso Oribe.	38, 6527, 1	16109, 1	
	Riccetto	91, 3931, 9	27977, 7	
	Paso las Piedras.	69, 9553, 2	25148, 5	
		200, 0012, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 1		
		$E =$ + 9, 1		
53	Paso Oribe.	60, 1115, 2	21280, 8	
	La Paloma.	81, 3186, 8	25148, 5	
	Riccetto	58, 5699, 8	20901, 6	
		200, 0001, 8		
		$\varepsilon =$ 3, 5		
		$E =$ - 1, 7		
54	La Paloma.	86, 4456, 5	27205, 6	
	Cerrezuelo	55, 4091, 8	21280, 8	
	Riccetto	58, 1463, 9	22032, 5	
		200, 0012, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 5		
		$E =$ + 4, 7		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
55	La Paloma.	66,^{G}5402,^{cc}8	22886,^{M}75	Compensado.
	Fernández	62, 6468, 2	22032, 5	
	Cerrezuelo	70, 8127, 2	23725, 9	
		199, 9998, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 5		
		$E =$ - 5, 3		
56	Cerrezuelo	42, 9167, 5	20978, 05	Compensado.
	Fernández	109, 3922, 9	33242, 09	
	Cerro Malbajar	47, 6919, 4	22886, 75	
		200, 0009, 8		
		$\varepsilon =$ 3, 7		
		$E =$ + 6, 1		
57	Corte.	75, 6669, 3	24502, 8	
	Cerro Pescado	66, 6808, 3	22873, 9	
	Cerro Malbajar	57, 6519, 6	20778, 0	
		199, 9997, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 4		
		$E =$ - 6, 2		
58	Arrambide	58, 0931, 6	20778, 0	
	Cerro Pescado	55, 7479, 2	20172, 3	
	Corte	86, 1603, 0	25648, 3	
		200, 0013, 8		
		$\varepsilon =$ 3, 2		
		$E =$ +10, 6		
59	Cerro Pescado	94, 2415, 9	30968, 2	
	Cerro Monzón	57, 7759, 2	24502, 8	
	Cerro Malbajar	47, 9827, 9	21280, 0	
		200, 0003, 0		
		$\varepsilon =$ 4, 1		
		$E =$ - 1, 1		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
60	Cerro Monzón.	68,^{G}8159,^{cc}9	27542,^{M}15	Compensado.
	Puntas del Yí.	92, 0301, 8	30968, 2	
	Cerro Malbajar	39, 1534, 5	18008, 85	
		199, 9996, 2		
		$\varepsilon =$ 3, 8		
		$E =$ - 7, 6		
61	Cerro Malbajar	42, 4940, 4	22490, 94	Compensado.
	Puntas del Yí.	102, 7380, 6	36299, 79	
	Cerro San Juan	54, 7681, 7	27542, 15	
		200, 0002, 7		
		$\varepsilon =$ 4, 5		
		$E =$ - 1, 8		
62	Cerrezuelo	86, 2921, 5	36299, 79	Compensado.
	Cerro Malbajar	43, 1983, 2	23322, 23	
	Cerro San Juan	70, 5108, 7	33242, 09	
		200, 0013, 4		
		$\varepsilon =$ 5, 9		
		$E =$ + 7, 5		
63	Cerro Pablo Paez	62, 6405, 8	23322, 93	Compensado.
	Cerrezuelo	52, 0886, 5	20444, 8	
	Cerro San Juan	85, 2714, 3	27263, 0	
		200, 0006, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 6		
		$E =$ + 3, 0		
64	Riccetto	53, 8351, 0	27263, 0	
	Cerrezuelo	92, 4809, 5	36174, 7	
	Cerro Pablo Paez . . .	53, 6835, 8	27205, 6	
		199, 9996, 3		
		$\varepsilon =$ 5, 7		
		$E =$ - 9, 4		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
65	Piedra Alta	99, G 8560, '' 4	36174, M 7	
	Riccetto	52, 3252, 8	26496, 35	
	Cerro Pablo Paez . . .	47, 8193, 1	24688, 2	
		200, 0006, 3		
		$\varepsilon =$ 5, 1		
		$E = +$ 1, 2		
66	Paso las Piedras	73, 5433, 8	24688, 2	
	Riccetto	85, 7300, 6	26309, 8	
	Piedra Alta	40, 7261, 1	16109, 1	
		199, 9995, 5		
		$\varepsilon =$ 3, 0		
		$E = -$ 7, 5		
67	Figueroa	54, 1309, 6	7716, 386	(Base de Molles). Compensado.
	T. N. (base de Molles). .	68, 0700, 5	9003, 70	
	T. S. » » » . .	77, 7987, 7	9650, 29	
		199, 9997, 8		
		$\varepsilon =$ 0, 5		
		$E = -$ 2, 7		
68	Bichadero	49, 5357, 1	9650, 29	Compensado.
	T. N. (base de Molles) .	64, 7050, 8	11688, 90	
	Figueroa	85, 7595, 2	13405, 68	
		200, 0003, 1		
		$\varepsilon =$ 0, 9		
		$E = +$ 2, 2		
69	Iberia	49, 8971, 9	13405, 68	Compensado.
	T. N. (base de Molles) .	76, 9585, 7	17758, 23	
	Bichadero	73, 1449, 1	17324, 56	
		200, 0006, 7		
		$\varepsilon =$ 1, 7		
		$E = +$ 5, 0		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
70	Bidart	46,^{G}1225,^{cc}6	17758,^{M}93	Compensado.
	Bichadero	92, 2773, 0	26598, 78	
	Iberia	61, 6605, 5	22067, 28	
		200, 0004, 1		
		$\varepsilon =$ 3, 0		
		$E = +$ 1, 1		
71	Bichadero	128, 1737, 7	28760, 60	Compensado.
	San Antonio	37, 6854, 7	17758, 93	
	Iberia	34, 1416, 1	16261, 72	
		200, 0008, 5		
		$\varepsilon =$ 2, 0		
		$E = +$ 6, 5		
72	Bichadero	109, 6048, 5	20886. 55	Compensado.
	Curbelo	55, 9208, 4	16261, 72	
	San Antonio	34, 4729, 1	10889, 16	
		199, 9986, 0		
		$\varepsilon =$ 1, 4		
		$E = -$ 15, 4		
73	Bichadero	69, 9440, 8	19671, 80	Compensado.
	Bidart	32, 8191, 2	10889, 16	
	Curbelo	97, 2371, 9	22067, 28	
		200, 0003, 9		
		$\varepsilon =$ 1, 7		
		$E = +$ 2, 2		
74	Curbelo	87, 2275, 3	11688, 90	Compensado.
	Bichadero	39, 5407, 6	6941, 44	
	Figueroa	73, 2318, 0	10889, 16	
		200, 0000, 9		
		$\varepsilon =$ 0, 6		
		$E = +$ 0, 3		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
75	Bichadero	23, G6030, ''2	7716, M386	Compensado.
	T. N.	132, 7751, 3	18469, 55	
	T. S.	42, 5315, 2	13405, 68	
		199, 9996, 7		
		$\varepsilon =$ 0, 7		
		$E = +4, 0$		
76	Bichadero	25, 8427,02	9003, 70	Compensado.
	T. S.	34, 2672,12	11688, 90	
	Figueroa	139, 8905,04	18469, 545	
		200, 0004,18		
		$\varepsilon =$ 0, 7		
		$E = +3,48$		
77	Curbelo	94, 6401, 7	18469, 5	Compensado.
	Bichadero	65, 3834, 5	15861, 9	
	T. S. (base de Molles). .	39, 9769, 1	10889, 16	
		200, 0005, 3		
		$\varepsilon =$ 1, 3		
		$E = +4, 0$		
78	Bichadero	66, 9136, 5	27065, 8	Compensado.
	Cerro Chato	38, 5726, 7	17758, 93	
	Iberia	94, 5150, 4	31067, 9	
		200, 0013, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 7		
		$E = +9, 9$		
79	Bichadero	61, 2601, 2	25535, 16	Compensado.
	San Antonio	103, 7373, 1	31067, 9	
	Cerro Chato	35, 0019, 3	16261, 7	
		199, 9993, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 2		
		$E = -9, 6$		

Numero de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
80	Bidart	47, ^{G}9179, ^{cc}3	7716, ^{M}38	(Base de Molles).
	T. S. (base de Molles) . .	129, 7590, 2	10076, 90	
	T. N. » » » . .	22, 3244, 2	3877, 62	
		200, 0013, 5		
		$\varepsilon =$ 0, 2		
		$E = +$13, 3		
81	Molles	122, 7084, 8	3877, 62	
	T. S. (base de Molles) . .	44, 0995, 0	2642, 75	
	Bidart	33, 1907, 5	2061, 05	
		199, 9987, 3		
		$\varepsilon =$ 0, 0		
		$E = -$12, 7		
82	Puntas del Yí.	54, 5228, 2	6182, 82	(Base de Cerro Chato). Compensado.
	T. E. (base de Cerro Chato)	57, 5952, 8	6434, 23	
	T. O. » » » »	87, 8814, 3	8035, 70	
		199, 9995, 3		
		$\varepsilon =$ 0, 3		
		$E = -$ 5, 0		
83	Cerro Dos Hermanos . .	31, 2530, 3	6434, 23	Compensado.
	Puntas del Yí.	69, 6545, 0	12126, 43	
	T. O. (base de Cerro Chato)	99, 0921, 3	13646, 45	
		199, 9996, 6		
		$\varepsilon =$ 0, 6		
		$E = -$ 4, 0		
84	Cerro San Juan	41, 3454, 1	13646, 45	Compensado.
	Cerro Dos Hermanos . .	94, 8173, 2	22490, 94	
	Puntas del Yí	63, 8379, 6	19021, 99	
		200, 0006, 9		
		$\varepsilon =$ 2, 0		
		$E = +$ 4, 9		

Número de los triángulos	Designación de los vértices	Ángulos medios	Lados en metros	Observaciones
85	Cerro San Juan	20,G0477,''6	6182,M82	Compensado.
	T. O. (base de Cerro Chato)	120, 2565, 0	18960, 82	
	T. E. » » » »	59, 6965, 9	16094, 24	
		200, 0008, 5		
		$\varepsilon =$ 0, 7		
		$E = +$ 7, 8		
86	Cerro San Juan	43, 6668, 1	12126, 43	Compensado.
	Cerro Dos Hermanos . .	63, 5642, 9	16094, 24	
	T. O. (base de Cerro Chato)	92, 7699, 4	19021, 99	
		200, 0010, 4		
		$\varepsilon =$ 1, 5		
		$E = +$ 8, 9		
87	Cerro Dos Hermanos . .	132, 6929, 5	27542, 15	Compensado.
	Cerro Malbajar	28, 4075, 6	13646, 45	
	Puntas del Yi.	38, 9001, 0	18141, 39	
		200, 0006, 1		
		$\varepsilon =$ 1, 7		
		$E = +$ 4, 4		
88	Cerro Dos Hermanos . .	66, 3307, 2	23322, 93	Compensado.
	Cerro San Juan	83, 9336, 3	26158, 025	
	Cerrezuelo	49, 7358, 3	19021, 99	
		200, 0001, 8		
		$\varepsilon =$ 3, 4		
		$E = -$ 1, 6		
89	Cerro Dos Hermanos . .	106, 1590, 1	33242, 09	Compensado.
	Cerrezuelo	36, 5564, 5	18141, 39	
	Cerro Malbajar	57, 2848, 0	26158, 025	
		200, 0002, 6		
		$\varepsilon =$ 3, 7		
		$E = -$ 1, 1		

III—Coordenadas geográficas.

Cuadro de las coordenadas geográficas de los vértices de la cadena "Molles-Cerro Chato"

Número del vértice	Nombre del vértice	Latitud	Longitud	Observaciones
53	Molles (Pilar Astr.) .	— 36,^{G}7273,$''$8	+ 65,^{G}3882,$''$6	
6	Bidart.	— 36, 7093, 6	+ 65, 4112, 9	
31	Iberia	— 36, 5102, 2	+ 65, 2016, 9	
22	Curbelo	— 36, 7854, 0	+ 65, 1951, 7	
47	San Antonio. . . .	— 36, 7153, 3	+ 64, 9611, 4	
12	Cerro Chato	— 36, 4679, 8	+ 64, 8844, 8	
27	Figarola	— 36, 5820, 2	+ 64, 6957, 0	
44	Puntas Cuadra . . .	— 36, 7835, 8	+ 64, 6846, 4	
26	Fernández	— 36, 6046, 0	+ 64, 4061, 8	
14	Cerro Malbajar . . .	— 36, 7957, 4	+ 64, 3016, 7	
11	Cerrezuelo	— 36, 4792, 8	+ 64, 1788, 9	
19	Cerro San Juan. . .	— 36, 5979, 9	+ 63, 9399, 2	
45	Puntas del Yi . . .	— 36, 8213, 9	+ 63, 9750, 7	
49	T. E. (base C.° Chato)	— 36, 7834, 2	+ 63, 8907, 1	

IV—Coordenadas rectangulares y altitudes.

Cuadro conteniendo

a) Las coordenadas rectangulares de todos los puntos geodésicos de la triangulación del Durazno, referidos al punto central «San Antonio» como origen y al meridiano en este punto como eje de las Y.

b) Las altitudes de estos puntos referidas á la altitud 125,M4 para la estación Molles del F. C. C. del U.

1.º PUNTOS DE 1.er Y 2.º ORDEN

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
1	Abella	+ 20504,M2	— 23222,M2	128,M3
2	Aguerre	— 23026, 6	+ 33435, 0	114, 25
3	Arrambide	— 34933, 1	— 43730, 9	145, 9
4	Bella Vista	+ 16910, 3	+ 42576, 4	127, 6
5	Bichadero	+ 15947, 0	+ 3183, 8	131, 9
6	Bidart	+ 37844, 3	+ 450, 5	131, 4
7	Carmen	— 6875, 4	— 21276, 7	157, 9
8	Casavieja	+ 8715, 6	— 34082, 7	136, 7
9	Castellanos	+ 51266, 1	+ 13237, 7	106, 3
10	Cataldo	+ 38279, 7	— 41939, 6	109, 0
11	Cerrezuelo	— 65916, 0	+ 23486, 2	188, 25
12	Cerro Chato	— 6460, 0	+ 24704, 5	135, 5
13	Cerro dos Hermanos	— 72439. 9	— 1845, 1	210, 9
14	Cerro Malbajar	— 55391, 1	— 8045, 6	217, 5
15	Cerro Monzón	— 78827, 0	— 28288, 7	283, 1
16	Cerro Pablo Páez	— 92111, 8	+ 31039, 5	263, 2
17	Cerro Pelado	+ 64132, 2	+ 36967, 0	122, 3
18	Cerro Pescado	— 57950, 8	— 32414, 4	224, 7
19	Cerro San Juan	— 85950, 3	+ 11545, 3	272, 4
20	Corte	— 38967, 2	— 23966, 3	164, 55
21	Correa	+ 78, 2	+ 50982, 7	121, 5
22	Curbelo	+ 19659, 7	— 7052, 8	132, 55
23	Chamberlain	+ 35686, 3	+ 39573, 2	132, 75
24	Escarza	+ 60618, 9	— 36307, 8	111, 4
25	Faguaga	— 19199, 4	— 27388, 5	152, 8
26	Fernández	— 46703, 6	+ 11049, 0	165, 8
27	Figarola	— 22341, 5	+ 13327, 7	144, 4
28	Figueroa	+ 25582, 6	— 3433, 1	117, 9
29	Galó	+ 37155, 1	— 23962, 5	122, 3
30	González	+ 58726, 7	— 21025, 9	86, 9
31	Iberia	+ 20263, 0	+ 20410, 35	133, 2
32	Irisarri	+ 39518, 3	— 12716, 2	125, 5
33	Jackson	— 16399, 8	— 47452, 6	129, 7
34	Listur	+ 77712, 8	— 31459, 5	109, 4
35	Mac-Eachen	+ 97993, 4	+ 9607, 5	89, 5
36	Olivares	+ 58526, 0	— 4778, 6	123, 9
37	Palacio	+ 97205, 3	— 24758, 0	96, 5

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
38	La Paloma	— 46993,M8	+ 34772,M95	155,M7
39	Paso Las Piedras	— 60944, 2	+ 66431, 9	125, 1
40	Paso Oribe	— 36488, 2	+ 52843, 2	122, 0
41	Piedra Alta	— 85373, 9	+ 56664, 8	166, 7
42	Porciúncula	+ 84093, 9	— 5256, 7	98, 3
43	Porrúa	+ 80255, 3	+ 16350, 7	109, 5
44	Puntas Cuadra	— 23226, 8	— 6788, 4	162, 3
45	Puntas del Yí	— 82802, 7	— 10724, 2	246, 8
46	Riccetto	— 61511, 6	+ 50332, 8	157, 5
47	San Antonio	0, 0	0, 0	147, 8
48	Serra	+ 108347, 95	— 15943, 55	97, 0
49	TE (base de Cerro Chato)	— 89920, 7	— 6995, 2	255, 3
50	TN (base de Molles)	+ 29144, 75	+ 5535, 7	120, 4
51	TO (base de Cerro Chato)	— 84280, 6	— 4462, 0	233, 9
52	TS (báse de Molles)	+ 34063, 55	— 409, 7	132, 8
53	Molles (pilar astronómico)	+ 35901, 9	— 1341, 3	—
54	Erro (2.º orden)	+ 42651, 1	+ 33816, 1	114, 4

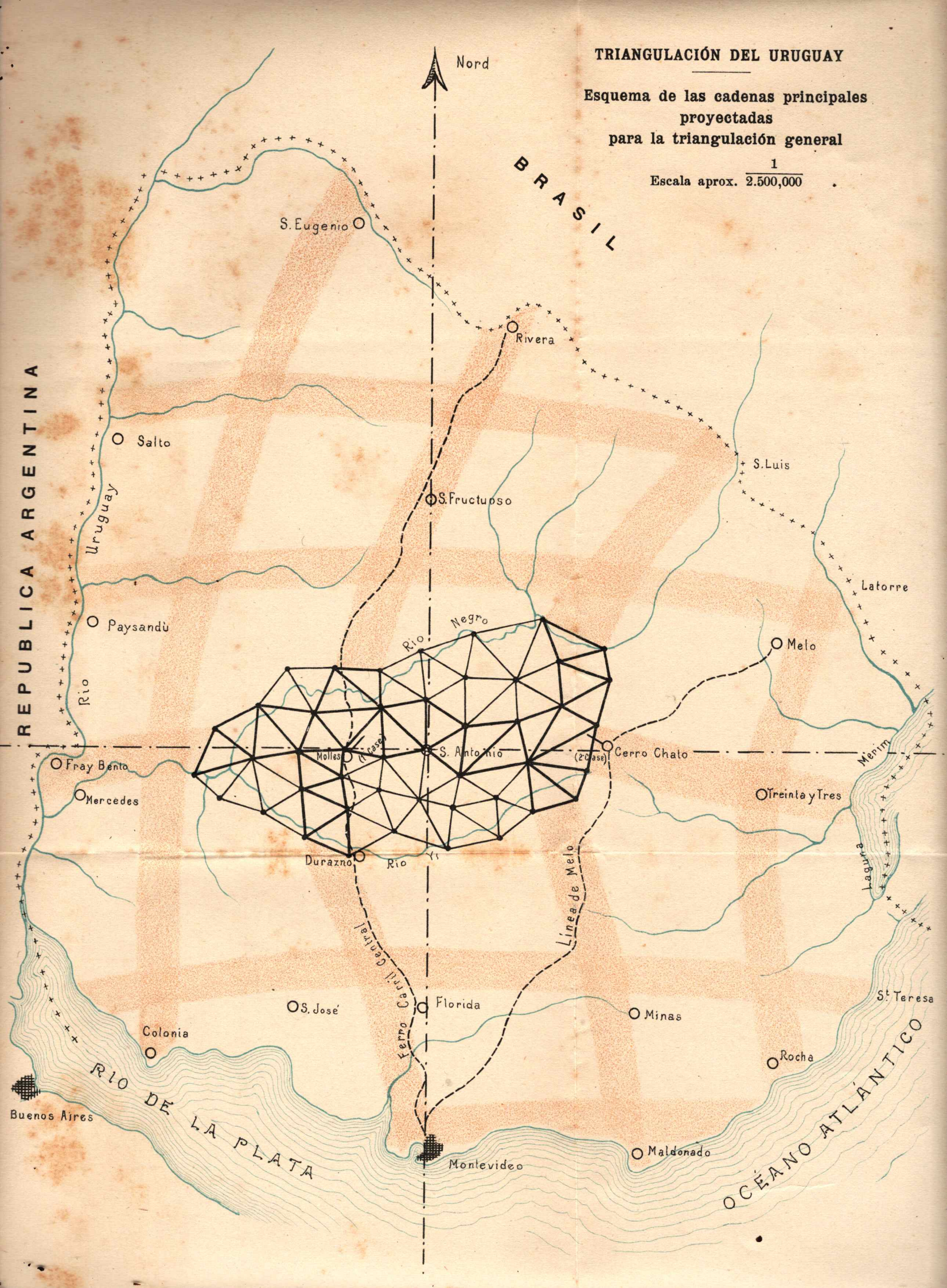
3.er ORDEN

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
101	Irazabal	+ 95483,M5	— 14196,M7	81,M5
102	Marrincho	+ 89636, 8	— 11596, 6	75, 5
103	Las Islas	+ 110195, 7	— 2625, 4	71, 0
104	Sloane	+ 103467, 4	— 6800, 75	67, 5
105	Gaete	+ 89201, 9	— 528, 3	78, 5
106	Mora	+ 85366, 8	+ 4494, 1	74, 5
107	Mendieta	+ 84532, 3	+ 13601, 7	110, 5
108	Tía Jacinta	+ 79098, 1	— 2890, 1	92, 5
109	Los Negros	+ 77569, 9	+ 4807, 6	76, 5
110	Laborde	+ 71804, 8	+ 2568, 6	94, 0
111	Etchechury	+ 68290, 0	— 4045, 6	105, 0
112	Ibarra	+ 77688, 1	— 8745, 5	83, 0
113	Comisaría 12	+ 67523, 3	— 11414, 2	99, 0
114	Feliciano	+ 60615, 7	— 11715, 6	113, 0
115	Cenoz	+ 74400, 6	— 24125, 0	103, 5
116	Laurnaga	+ 73346, 0	— 12497, 7	78, 0
117	Sánchez	+ 65688, 1	— 22886, 5	84, 5
118	San Antonio II	+ 85370, 3	— 19874, 2	94, 5
119	Martínez	+ 64394, 5	— 30758, 1	97, 0
120	Paso Villasboas	+ 62868, 8	— 26512, 0	80, 5
121	Fernández	+ 46920, 5	— 31545, 3	95, 5
122	Maciel	+ 44735, 3	— 38309, 9	111, 5

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
123	Batisti	+ 42331,M2	— 27045,M7	104,M5
124	Durazno.	+ 39777, 7	— 37372, 1	102, 0
125	Puesto Escarza	+ 55908, 1	— 32507, 8	100, 0
126	Pereira	+ 50769, 1	— 26061, 7	97, 5
127	Ramos	+ 45852, 0	— 17979, 4	107, 5
128	Villasboas	+ 39522, 1	— 17909, 1	111, 5
129	Perdomo	+ 55108, 7	— 12152, 4	115, 0
130	Caballero	+ 49098, 4	— 5889, 3	107, 5
131	Sarandí	+ 43525, 4	— 7678, 3	117, 5
132	Puesto Mendy.	+ 43214, 7	— 1168, 9	116, 5
133	Bordaberry	+ 51381, 6	+ 360, 2	122, 5
134	Comisaría 11.ª.	+ 49749, 7	+ 6887, 6	120, 5
135	Antúnez.	+ 42206, 0	+ 3182, 7	122, 0
136	Malceñido	+ 71193, 5	+ 11959, 6	85, 5
137	Demaria.	+ 63459, 6	+ 9364, 3	97, 0
138	Robledo.	+ 60712, 4	+ 3186, 7	108, 5
139	Rolón	+ 73795, 5	+ 22878, 2	98, 5
140	Quinteros	+ 63010, 3	+ 24697, 9	82, 0
141	Pto. Bordaberry	+ 61119, 7	+ 17370, 8	97, 5
142	Calavera	+ 56281, 5	+ 30108, 0	88, 5
143	Puesto Correa.	+ 44584, 1	+ 20015, 2	95, 5
144	Areco	+ 36029, 6	+ 22170, 9	93, 5
145	Correa I.	+ 34046, 2	+ 32939, 4	107, 5
146	Simpson	+ 41163, 1	+ 13514, 5	105, 5
147	Tabárez.	+ 37689, 2	+ 7042, 4	121, 5
148	Olivera	+ 31655, 8	+ 10986, 8	110, 5
149	Picardo	+ 25524, 6	+ 16986, 4	68, 5
150	Reyles	+ 24356, 2	+ 1051, 7	112, 5
151	Cuadra	+ 22988, 3	+ 9983, 8	106, 5
152	Frocham	+ 32480, 4	— 6125, 9	137, 5
153	Bergés	+ 27630, 1	— 15423, 7	125, 0
154	Puglia	+ 25453, 8	— 10307, 2	132, 5
155	Piriz.	+ 31752, 0	— 19823, 0	127, 5
156	Tabárez II.	+ 37111, 5	— 31725, 7	98, 5
157	Carvallido	+ 32091, 3	— 31633, 1	98, 5
158	Solier	+ 28491, 2	— 27680, 0	109, 0
159	Abella II	+ 33270, 0	— 40856, 8	92, 5
160	Ayala	+ 27671, 8	— 46886, 4	114, 5
161	A. Rodríguez	+ 19404, 9	— 31209, 6	134, 5
162	Gongorra	+ 17243, 2	— 35986, 8	119, 5
163	Casavieja II	+ 10228, 3	— 27759, 1	125, 5
164	Villanueva	+ 1546, 3	— 26491, 8	150, 5
165	Dujor	+ 16653, 6	— 15649, 8	126, 5
166	Camin	+ 11692, 6	— 6011, 9	132, 0
167	Mateo	+ 7175, 6	— 11819, 3	126, 5
168	Marshall	+ 4977, 7	— 4904, 7	139, 5
169	Aldama II	— 3214, 2	— 14045, 9	136, 0
170	Portillo	+ 16922, 3	+ 10496, 9	111, 5
171	Olivera II	+ 5936, 5	+ 2172, 5	129, 5
172	Romeu	+ 8405, 5	+ 15313, 2	98, 5
173	Baliero	+ 2498, 6	+ 14236, 8	99, 5
174	Campana	— 198, 1	+ 21761, 8	109, 5

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
175	San Martín	+ 11971,M1	+ 35434,M6	97,M0
176	Santa Rosa	+ 6882, 5	+ 25728, 0	100, 5
177	Velázquez	+ 26145, 8	+ 45412, 7	111, 5
178	Sastría	+ 23677, 4	+ 37571, 5	102, 5
179	Rospide	+ 4892, 3	+ 36295, 6	104, 0
180	Gutiérrez	— 2199, 8	+ 30381, 7	112, 5
181	Machicote	— 846, 3	+ 43146, 0	97, 0
182	Ombúes-Pérez	— 14776, 6	+ 29917, 5	109, 0
183	San Jorge	— 12348, 9	+ 21428, 8	130, 5
184	Brufao	— 2874, 1	+ 7368, 5	131, 5
185	Almada	— 7188, 2	+ 12121, 0	122, 5
186	Vera	— 16652, 1	+ 16523, 7	143, 0
187	Sapriza	— 5030, 9	— 816, 0	151, 5
188	Cor	— 13724, 3	+ 757, 9	153, 5
189	Otegui	— 19854, 0	— 2173, 0	158, 0
190	Cerro Carpintería	— 17039, 5	+ 7758, 4	135, 5
191	Sequeira	— 13194, 0	— 6757, 0	138, 5
192	Pena	— 14711, 3	— 22002, 1	166, 0
193	Iriarte	— 15467, 6	— 17575, 1	156, 0
194	Rubio	— 19147, 4	— 13805, 6	156, 5
195	Araújo	— 15372, 2	— 31469, 9	148, 5
196	Manfredi	+ 1024, 5	— 38771, 2	134, 5
197	Etchegaray	— 3964, 3	— 36522, 2	148, 0
198	Martínez II	— 8323, 7	— 30101, 3	147, 5
199	Pelufo	— 22075, 8	— 33822, 7	158, 0
200	Artágaveitia	— 28570, 2	— 34527, 0	141, 5
201	Rossel y Rius	— 30168, 3	— 25423, 5	147, 0
202	Grecia	— 25874, 8	— 13322, 4	163, 0
203	Insua	— 32072, 6	— 7853, 3	159, 5
204	Astiazaran	— 40021, 4	— 17688, 3	173, 0
205	Gente	— 43769, 2	— 9715, 5	168, 0
206	Reçarte	— 50112, 1	— 12750, 1	173, 0
207	Winchen	— 32019, 2	— 3233, 0	147, 0
208	Azcue	— 44031, 8	— 3678, 0	160, 5
209	Carulla	— 24387, 7	+ 7494, 4	143, 0
210	Tuduri	— 38068, 2	+ 5930, 5	142, 0
211	Puesto Pérez	— 35261, 6	+ 14029, 4	118, 5
212	Camacuá	— 45793, 8	+ 20080, 2	141, 5
213	Paradeda	— 46231, 7	+ 29064, 9	149, 5
214	Avella	— 23343, 8	+ 25605. 4	132, 5
215	Denis	— 35367, 8	+ 30265, 3	119, 5
216	Larramendi	— 32597, 0	+ 36171, 6	113, 5
217	Pino	— 10095, 5	+ 48145, 0	102, 5
218	Mutter	— 19057, 9	+ 43999, 1	91, 5
219	Aldama	— 24921, 3	+ 53828, 3	111, 5
220	Carrasco	— 28930, 4	+ 43726, 8	106, 5
221	Scotte	— 48463, 7	+ 55048, 0	112, 5
222	Ramírez	— 56374, 6	+ 55492, 3	145, 0
223	Cerrito	— 43058, 5	+ 42474, 8	129, 5
224	Jubin	— 55813, 3	+ 49482, 1	142, 0
225	Araújo II	— 53716, 0	+ 32433, 4	150, 5
226	Paso Tía Juana	— 53906, 0	+ 40956, 9	139, 5

Números de los puntos	Designación de los puntos	X	Y	Altitud del suelo
227	Etchevarria	— 58753,M0	+ 44492,M3	175,M0
228	Gil	— 53213, 2	+ 24012, 6	118, 5
229	Robaina.	— 50179, 1	+ 4371, 2	161, 5
230	San Ramón.	— 54947, 2	+ 318, 6	195, 0
231	Landa	— 54116, 1	+ 9403, 0	156, 5
232	Farruco	— 61015, 0	+ 14486, 4	172, 0
233	Alpuy	— 48208, 6	— 27311, 3	159, 5
234	Pietracaprina	— 52773, 2	— 19916, 0	165, 5
235	Molles (del Pescado) . .	— 56167, 5	— 24401, 8	175, 0
236	Sarandí del Yí.	— 43069, 3	— 33391, 4	154, 0
237	La Calera	— 45516, 8	— 33971, 4	162, 5
238	Rodriguez II	— 67779, 6	— 26468, 5	197, 0
239	Croza	— 66807, 6	— 13135, 7	214, 0
240	Correa III	— 77431, 6	— 18506, 7	227, 5
241	Pereira II	— 60684, 6	— 8530, 0	226, 0
242	Bustillo	— 64342, 9	— 6885, 5	218, 0
243	Martinez III	— 76592, 5	— 9628, 4	232, 0
244	Noble	— 84169, 1	— 26, 4	220, 0
245	Hernández	— 89149, 9	+ 713, 5	233, 5
246	Silveira	— 92607, 0	+ 6288, 4	269, 0
247	Kilómetro 290	— 98567, 8	— 2453, 1	280, 5
248	Puntas Cordobés	— 99276, 5	+ 7693, 9	286, 0
249	Duarte	— 60905, 6	+ 333, 8	198, 0
250	Medero	— 59775, 1	+ 4160, 0	186, 0
251	Muñoz	— 70989, 2	+ 7549, 7	201, 0
252	Cerro Grande	— 72144, 8	+ 15362, 6	209, 0
253	Cerro Balín.	— 82225, 1	+ 13508, 5	258, 0
254	Sanchez I	— 76576, 5	+ 23328, 6	183, 0
255	Cerro Mato	— 82892, 4	+ 23674, 3	279, 0
256	El Hueco	— 64338, 5	+ 35179, 7	172, 0
257	Estado	— 68787, 8	+ 44757, 4	136, 5
258	Cerro Mieres	— 75877, 2	+ 29521, 7	182, 5
259	Correa II	— 75921, 8	+ 35893, 5	162, 0
260	Freitas	— 70602, 9	+ 50395, 0	126, 5
261	Parada	— 63364, 5	+ 55930, 4	144, 5
262	Rincón	— 71127, 7	+ 57037, 7	129, 0


TRIANGULACIÓN DEL URUGUAY
Esquema de las cadenas principales proyectadas para la triangulación general
Escala aprox. 1/2.500,000
Nord
BRASIL
REPUBLICA ARGENTINA
S. Eugenio
Rivera
Salto
S. Luis
S. Fructuoso
Uruguay
Latorre
Paysandù
Rio Negro
Rio
Melo
Rio
Molles
(1ª Clase)
S. Antonio
(2ª Clase)
Cerro Chato
Merim
Fray Bento
Mercedes
Treinta y Tres
Durazno
Rio Yi
Laguna
Línea de Melo
Ferro Carril Central
S. José
Florida
Minas
St. Teresa
Colonia
Rocha
RIO DE LA PLATA
OCÉANO ATLÁNTICO
Buenos Aires
Maldonado
Montevideo